This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

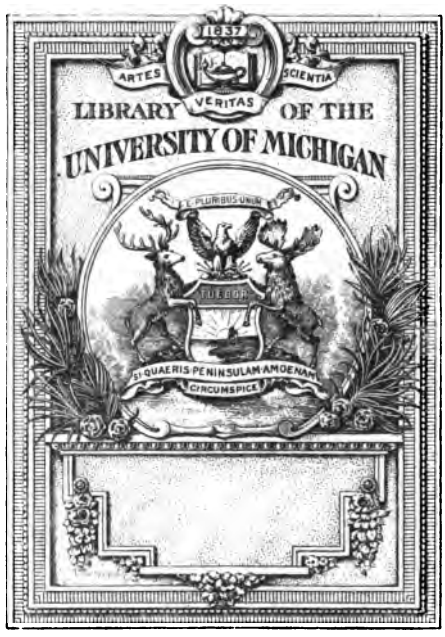
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

QC
903
.V87

Ms. pol.
A. tr. 665

GENERAL LIBRARY
University of
MICHIGAN

ÉTUDES

sur

L'AMPLITUDE DIURNE DE LA TEMPÉRATURE

et

sur l'influence qu'exerce sur elle la position topographique

par

A. I. Woeikof.

Voeĭkov, Aleksandr Ivanovich, 1842-1916.

AVEC 1 TABLEAU GRAPHIQUE.

MOSCOU.
Imprimerie de l'Université Impériale (M. Katkoff.)
Strastnoi Boulevard.
1881.

18116

ETUDES SUR L'AMPLITUDE DIURNE DE LA TEMPÉRATURE ET SUR L'INFLUENCE QU'EXERCE SUR ELLE LA POSITION TOPOGRAPHIQUE.

Par

A. I. Woeikof.

Depuis quelque temps j'ai fait attention à une étrange anomalie dans le traitement de ce qui a trait à l'amplitude et en général à la période diurne de la température. Beaucoup de faits sont connus, mais encore pas définitivement classés et des erreurs parfaitement excusables dans l'état des nos connaissances il y a quarante et cinquante ans de cela sont quelquefois exhibées de nouveau sans que les météorologistes les plus autorisés protestent.

C'est pourquoi j'ai voulu présenter quelques considérations sur ce sujet sous un jour nouveau. Je fais plutôt une communication préliminaire qu'un travail achevé, mais, contrairement à ce que font souvent les auteurs de communications de ce genre, je suis loin de vouloir me reserver la continuation de ce travail. Au contraire, je fais cette communication surtout dans l'espoir d'attirer l'attention sur ce sujet et de provoquer des travaux plus complets.

Pavlus. MVP. 4-26-38

Ce que je désirerais surtout, c'est d'attirer l'attention sur la nécessité d'observations dans des conditions qui permettraient une étude plus detaillée des phénomènes dont je m'occupe ici, ainsi que la publication plus détaillée d'observations très-importantes, surtout de celles faites en France et aux Etats-Unis, (Pic du Midi, Puy de Dôme, Mt. Washington, Pike's Peak). Quant à moi, je ne serais probablement pas en état de continuer ce travail, et je désirerais beaucoup que cela fût fait par d'autres.

Lamont a émis l'hypothèse que l'amplitude diurne de la température est en proportion de la longueur du jour, et qu'ainsi on obtenait à peu près l'expression:

$$\frac{\alpha}{T} = 0.{}_{51}\ C^{0}.$$

Où α est l'amplitude diurne en degrés centigrades, T la longueur du jour exprimées en heures.

Quelques observations horaires faites dans l'Europe Centrale et l'Italie confirmaient à peu près cette hypothèse grossiérement empirique. Mais les résultats d'observations plus nombreuses que nous possédons maintenant font voir que l'hypothèse de Lamont n'a même pas une valeur empirique, comme le montre le tableau suivant.

J'ai réuni les observations par saisons de trois mois chacune, mais en adoptant une combinaison différente, c. à d. en appelant

Hivèr: les mois de Novembre, Décembre et Janvier.

Printemps: Février, Mars et Avril.

Été: Mai, Juin et Juillet.

Automne: Août, Septembre et Octobre.

La première saison réunit donc les mois pendant lesquels les jours sont le plus courts, la troisième ceux où ils sont le plus longs, la seconde et la quatrième les mois de transition.

Dans le tableau qui suit, les latitudes diminuent.

Valeur de $\frac{\alpha}{T}$ en millièmes de degrès Centigrades.

	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
Novaja-Zemla 3 stations. .	**)	314	183	124
Arkhangel. *)	169	459	360	377
Helsingfors. *)	165	426	343	305
St.-Pétersbourg *) 22 ans. .	168	380	366	355
St-Péter. *) 6 ans (1870—75).	137	364	346	335
Upsala. *)	211	492	536	496
Dorpat. *)	201	431	495	498
Kasan. *)	269	421	460	450
Bruxelles. *)	278	438	509	500
Berne. ***)	460	587	587	607
Genève ****)	373	570	557	610
Noukouss (Amou-Darja). *) .	950	860	947	1170

On voit par ce tableau que 1) le facteur $\frac{\alpha}{T}$, loin d'être à peu près le même, diffère excessivement, dans la proportion de plus de 1:9 ou de 0.124 à 1.170 dans

*) Wild, Temperaturverhältnisse des russischen Reiches.

**) Le soleil n'apparaît pas aux deux stations les plus septentrionales en hiver.

***) Weilenmann, Schweizerische meteorologische Beobachtungen, vol. VIII.

****) Plantamour, Nouvelles études sur le climat de Genève.

les stations que j'ai citées. 2) que dans les latitudes de 55° à 65° il est de moins de moitié en hiver que dans les autres saisons. 3) que dans les mêmes latitudes il est de beaucoup inférieur en hiver à celui que nous trouvons dans des latitudes de 45° — 50° pour la même saison, et il faut remarquer que cela est loin d'être causé par une nébulosité et une humidité plus grande, car à Genève où l'une et l'autre sont très-grandes en hiver, le facteur $\frac{\alpha}{T}$ est cependant de plus du double de celui d'Arkhangel, de Pétersbourg et d'Helsingfors.

Ces derniers faits sont faciles à expliquer: le soleil ne paraît que si peu au dessus de l'horizon en hiver, que son effet calorifique est très-peu considérable.

Il y a lieu de reprendre le sujet d'un tout autre côté.

La cause principale de l'amplitude diurne de la température est la différence de position de la terre relativement au soleil causée par sa rotation autour de son axe. De cette manière les différentes parties de notre planète reçoivent la chaleur solaire pendant une partie des 24 heures, c'est ce que nous appelons le jour, et perdent le calorique reçu le jour pendant le reste des 24 heures, que nous appelons la nuit.

La différence des températures de l'air causée par ces phénomènes est appelée l'amplitude diurne.

Toutes choses égales d'ailleurs, il est clair que l'amplitude diurne doit être inversement proportionnée à la longueur du jour ou de la radiation solaire et cela parce que. 1) Plus le temps est court pendant lequel une quantité donnée de chaleur solaire est reçue, plus la température qui en résulte doit être élevée. 2) Vu la température plus haute pendant le jour, la radiation

pendant la nuit doit être plus rapide. 3) Plus la nuit est longue, plus la radiation est favorisée.

Ces trois causes donnent donc une amplitude diurne plus grande quand une quantité donnée de chaleur solaire est reçue en moins de temps.

Ainsi à égalité de chaleur solaire reçue pendant un jour, la longueur du jour est une cause qui affaiblit l'amplitude diurne, toutes choses égales d'ailleurs.

Pour les latitudes au dela des cercles polaires, il est clair que, pendant les jours où le soleil ne disparaît pas de l'horizon, l'amplitude diurne doit être moindre, car pendant toute la nuit la radiaton solaire ne cesse de se manifester. Il est donc clair que ce n'est pas toute la quantité qui a de l'influence sur l'amplitude diurne mais qu'il faut en déduire une certaine quantité.

Aux poles l'amplitude diurne de la température ne doit pas exister.

Mais pour trouver une valeur plus exacte de l'amplitude diurne il faut encore faire attention aux conditions terrestres et atmosphériques qui ont une influence si profonde sur l'amplitude diurne de la température.

Les principales sont

1) *La nébulosité.* Il va en être question plus loin.

2) *L'humidité absolue* ou la quantité de vapeurs d'eau transparentes répandues dans l'air au dessus du point d'observation. Elles ont une influence considérable et affaiblissent la radiation solaire et sortout la radiation nocturne et diminuent ainsi l'amplitude diurne de la température.

3) *L'humidité relative.* Elle est surtout importante en ce qu'elle détermine la température au delà de laquelle la vapeur d'eau se condense avec libération de chaleur.

4) L'incidence différente des rayons solaires suivant la hauteur de cet astre au dessus de l'horizon.

5) *La présence de poussières différentes* suspendues dans l'air et diminuant sa transparence aux rayons caloriques. En quantité considérable, elles peuvent diminuer notablement l'amplitude diurne.

6) *Les monvements de l'air.* Il est clair qu'ils interviennent d'une manière très-sensible, surtout s'ils ont une periodicité diurne, ce qui est souvent le cas. Le calme est généralement favorable à une radiation nocturne intense, mais dans certains cas un vent faible, venant d'une région plus froide, et abaissant peu à peu le point de rosée, peut-être plus favorable à l'abaissement de la température pendant la nuit. *)

7) Les qualités de la base solide ou liquide au dessus de laquelle se trouve l'air. L'eau étant celui des corps le plus souvent trouvés sur notre planète qui possède la plus grande capacité calorique, et de plus étant un assez bon conducteur de chaleur, les grandes nappes d'eau ne s'échauffent que peu et lentement pendant le jour et de même leur température ne diminue que peu pendant la nuit. Aussi l'amplitude diurne an dessus des océans n'est-elle pas supérieure à 2°. L'écorce solide s'échauffe plus vite et perd aussi plus vite son calorique pendant la nuit, aussi l'amplitude diurne est-elle plus grande au dessus de grandes masses de terres, et plus celles-ci sont séches et moins elles conduisent la chaleur, plus la différence diurne des températures est grande.

---

*) Mr. Ch. Martins a attiré l'attention sur ce fait v. son Mémoire publié dans les Mémoires de l'Académie des sciences de Montpellier, t. V.

Le sable est un des plus mauvais conducteurs de chaleur, aussi trouve-t-on des amplitudes diurnes très-grandes au dessus des deserts sablonneux.

8) L'air étant diathermane à un haut degré il ne s'échauffe que peu par les rayons directs du soleil, aussi plus nous nous élevons dans l'air libre, plus l'amplitude diurne diminue.

9) *Les conditions topographiques*, c. à d. la position au dessus de vallées, de plaines, de montagnes, réunies à la hauteur absolue (au dessus du niveau de l'ocean.).

L'influence de toutes ces causes ne peut encore être déterminée avec précision, aussi je ne donne pas de formule définitive pour l'amplitude diurne. Il me suffit d'indiquer la direction dans laquelle les études devraient être dirigées.

Ici, comme dans beaucoup d'autres cas, l'aveu que nous savons encore peu est loin d'exclure des méthodes scientifiques d'étude, au contraire.

Il est à désirer que les savants ne recourent plus à l'hypothèse de Lamont, comme cela a encore lieu de nos jours dans des ouvrages qui ne sont pas sans valeur. *) Tant que des faits de ce genre sont possibles, il n'y a pas à s'étonner de la médiocre estime de beaucoup d'astronomes et de physiciens pour la météorologie. Ils ne savent pas distinguer les météorologistes qui s'en tiennent encore à l'ancienne routine de ceux qui sont à la hauteur de la science. Il faut avouer que certaines parties de la météorologie sont encore peu avançées, et

---

*) P. ex. dans le volumineux ouvrage de Mr. Wild: Temperaturverhältnisse des russischen Reiches, vol. I. L'hypothèse de Lamont y est présentée comme une vérité reconnue!

l'étude de la période diurne de la température est dans ce cas, la routine y tient encore une trop grande place.

Parmi les causes terrestres et atmosphériques qui ont de l'influence sur l'amplitude diurne de la température les 8 premières mentionnées plus haut sont généralement reconnus, il s'agit seulement de déterminer exactement la part d'influence qui leur revient, tandis que la neuvième et certainement pas la moins importante, la position topographique, n'a presque pas encore attiré l'attention des savants. C'est pourquoi je m'arrête plus longuement sur elle.

Les agriculteurs et les horticulteurs ont depuis longtemps fait attention à des phénomènes qui étaient de nature à avoir une grande importance pour leurs industries: le refroidissement des valléés pendant les nuits claires et calmes; des plantes délicates étaient souvent gelées dans les vallées, pendant que celles qui croissaient sur les coteaux environnants étaient épargnées. Dans les parties du midi de la France où on craint la gelée pour les oliviers, on a depuis longtemps renoncé à les planter dans les vallées. Il en est de même pour la culture du cafier dans l'intérieur de la province de San Paulo, au Brésil, à une hauteur de 500 à 800 métres: *) on ne plante ces arbres que sur des coteaux, en évitant les vallées.

S'il est ainsi constaté que les nuits claires sont plus froides dans les vallées, c'est plutôt le contraire qui a

*) „Dans la province de San-Paulo, il ne gele que dans les bas-fonds entre les collines". Zeitschrift für Meteorologie V. XIII, p. 128.

lieu le jour (au moins dans celles qui sont assez larges). Ainsi *l'amplitude diurne de la température est plus grande dans les valleés que sur les coteaux environants pendant les jours clairs.* Plus il y a de nuages, plus le vent est fort, surtout la nuit, moindres sont ces différences dues aux conditions topographiques, plus en un mot l'amplitude diurne s'égalise. La différence peut même disparaître entiérement. Cependant, comme elle n'a pas un signe différent, il est clair que. toutes choses égales d'ailleurs, l'amplitude diurne doit être plus grande dans les vallées que sur les coteaux, même en moyenne pour des mois et des années entières. Moins il y a de nuages pendant la périodé considérée, moins il y a d'humidité absolue et relative et plus l'air est calme, surtout pendant la nuit, et plus cette différence de l'amplitude diurne entre les vallées et les coteaux doit être grande.

Il faut s'étonner que ce fait ait si peu attiré l'attention des savants. M-r Ch. Martins l'avait signalé dejà en 1861 *) mais les études sur l'amplitude diurne faites depuis n 'y font pas attention généralement. Cependant la différence est loin d'être minime, comme je vais le montrer plus bas.

Les observatoires météorologiques pour lesquels on connait bien la période diurne d'après des observations horaires ou des instruments autographes sont très peu nombreux et trop distants les uns des autres, la hauteur des thermométres au dessus du sol est aussi trop différente pour pouvoir se borner à leurs observations. J'ai dû donc faire usage de deux méthodes différentes

*) Mémoires de l'Academie des Sciences de Montpellier t. V.

pour obtenir une valeur approximative de l'amplitude diurne.

1) Dans plusieurs contrées, surtout dans la Grande-Bretagne, on emploie partout des thermométres à maxima et à minima. La différence qu'indiquent ces instruments, est plus grande que la véritable amplitude diurne, car outre la différence resultant de la révolution de la terre autour de son axe, il y entre un élément non périodique que l'on ne peut séparer. Ainsi l'on ne peut comparer les différences obtenues ainsi, en voulant obtenir l'amplitude diurne véritable, si l'élément non périodique est différent et cela est souvent le cas pour des endroits éloignés l'un de l'autre. Mais si la distance est très-petite ou si le climat de deux endroits un peu plus éloignés est très-analogue, cela est possible.

2) Dans les pays où les observations météorologiques se font à des heures déterminées, on peut, si deux de ces heures ce rapprochent assez des temps des minima et maxima diurnes, trouver une valeur approximative de l'amuplitude diurne, d'après la formule

$$\alpha = d.\frac{\alpha'}{d'}$$

où α est l'amplitude cherchée, d est la différence moyenne de la température des deux heures choisies, α' l'amplitude diurne pour une station normale, c. à d. dont l'amplitude diurne est connue, située autant que possible sous la même latitude, d' la différence des mêmes heures à la station normale.

C'est ainsi que j'ai trouvé la valeur de α pour les stations de la Russie et de la Suisse où l'on a fait des observations à 7 *h.* du matin et à 1 heure du soir. Naturellement le resultat est plus certain dans les

mois où la différence des températures de ces deux heures se rapproche le plus de l'amplitude diurne totale, et il est le moins sûr pendant les mois où le jour est le plus long, c. à d. Mai, Juin et Juillet, moins sûr aussi pour des latitudes élevées où le minimum de température tombe de très bonne heure le matin pendant ces mois.

La nébulosité a une très grande influence sur l'amplitude diurne de la température, ceci a été prouvé depuis longtemps par Lamont, Quetelet et MM. Rikatchef et Weilenmann.

J'ai essayé de trouver une expression numérique de cette influencé en multipliant la nébulositée moyenne, exprimée en parties d'une unité, avec la valeur α (amplitude diurne), cette methode a été employée dejá par Mr. Weilenmann. Certes elle a ses défauts. Il faut remarquer surtout que quand la nébulosité est petite (au dessous de $^4/_{10}$ p. ex.) les nombres resultants sont trop petits. Cela s'explique par la considération suivante: quand la nébulosité est petite, il n' y a généralement des nuages que pendant le jour, les nuits sont á peu prés sans nuages. Or pendant le jour, ce qui importe pour l'amplitude diurne, ce n' est pas la quantité de nuages, mais seulement ceux qui empêchent la radiation solaire pour l'endroit donné. Si le ciel était couvert de nuages et s'ils s'écartaient seulement assez pour laisser passer les rayons du soleil, les autres nuages non seulement n' empêcheraient pas l'échauffement dû á la radiation solaire, mais au contraire, ils empêcheraient la chaleur reçue du soleil de se perdre pendant le jour vers les espaces célestes. Si après une telle disposition des nuages pendant le jour, ils disparaissaient dans la nuit, nous aurions les meilleures conditions pour une grande amplitude diurne.

Il va sans dire que la probabilité d'une disposition des nuages entiérement pareille est à prés nulle, mais cependant dans les latitudes tropicales, ainsi que dans les latitudes moyennes pendant l'été, il y a quelque chose d'approchant les jours peu nuageux.

Les nuages sont alors surtout des cumuli, qui ne génent pas beaucoup la radiation solaire pendant le jour et disparaissent la nuit. L'amplitude diurne ne diminue donc pas beaucoup pendant les jours où il n' y a pas de nuages: Au lieu de la nébulosité pendant le jour il vaudra mieux, quand nous aurons assez d'observations de ce genre, de prendre la relation de la radiation solaire effective à celle qui aurait lieu si le soleil n'était jamais obscurci par des nuages. (Nous n' avons encore de ces observations que pour queques stations anglaises et pour Vienne).

Je n'ai pas voulu compliquer les calculs que je présente ici en considérant séparément la nébulosité du jour et de la nuit, d'autant plus que, pour la plupart des stations dont je donne les moyennes, la nébulosité est rarement inférieure à $^1/_{10}$ pour les moyennes mensuelles, et que pour les nébulosités grandes et moyennes, les résultate de la méthode employée sont assez satisfaisants.

Si les météorologistes ont fait peu attention jusqu'à présent à l'influence des conditions topographiques, en revanche nous trouvons des opinions très-erronées sur l'influence de la hauteur. Ces opinions résultent de faits mal compris et mal expliqués.

Les observations de Kämtz sur le Rigi et le Faulhorn ont surtout contribué à l'opinion que la hauteur par elle-même est cause de la diminution de l'amplitude diurne. Mais le Rigi et le Faulhorn sont des montagnes isolées—

la vue très-étendue qui s'ouvre de tous côtés en fait foi—et si on a trouvé des amplitudes plus considérables plus bas, c'est que ces dernières observations ont été faites dans des vallées. C'est donc la position topographique et non la hauteur par elle-même qui est la cause de la petitesse de l'amplitude diurne sur le Rigi et le Faulhorn.

La hauteur par elle-même est une cause qui favorise l'amplitude diurne, car la radiation solaire pendant le jour et la radiation nocturne du sol sont favorisées par un air raréfié et surtout par la quantité beaucoup moindre de vapeur d'eau. On sait qu'à une hauteur de 2000 métres l'atmosphère ne contient que la moitié à peu près des vapeurs d'eau qu'elle tient en suspension au niveau de l'océan, cette quantité n'est que de $^1/_5$ à 4600 métres et $^1/_{10}$ à 6500 métres. *).

Il résulte de là que la hauteur est favorable à l'amplitude diurne, et que cette dernière doit être plus grande sur des plateaux ou de larges vallées à une grande élévation que dans des plaines ou des vallées basses.

J'ai cherché des faits pour confirmer ces vues théoriques, et tous ceux dont j'ai pu faire usage ont donné un résultat favorable.

A Leh, dans le Thibet occidental, à une hauteur de 3558 métres, l'amplitude diurne est si grande qu'elle égale ou peu s'en faut à celle qui est observée dans les parties les plus sèches du Pendjab, malgré la nébulosité beaucoup inférieure de celles-ci. **) Dans l'excellent ouvrage de Mr. Fritsche (Klima Ostasiens) ***) on trouve

*) Strachey, distribution of acqueous Vapours, Proc. Royal Society, Mars 1861.

**) Reports on the meteorology of India. 1875, 1876, 1877.

***) Schrenk Reisen im Amurlande, Bd. IV.

des chiffres qui montrent que l'amplitude diurne est plus grande sur les plateaux de la Mongolie qu'à Pekin.

Les observations de MM. Severtzow sur le Pamir et Prjevalski dans le Thibet septentrional donnent une amplitude diurne excessivement grande.

Mr. Prjevalski trouva, en Décembre, une différence moyenne de $17.^{\circ}_{5}$ entre les observations faites à 8 *h.* du matin et celles à 1 *h.* du soir, à des hauteurs entre 3500 et 5000 mètres. Le 12 Décembre 1872 il trouva une différence de $26.^{\circ}_{5}$.

Il est certainement difficile, pendant le voyage, de défendre les thermomètres de rayons refléchis du soleil, et ainsi il est probable que les observations faites par Mr. Prjevalski au milieu du jour donnent des températures trop élevées. Mais aussi, sous les latitudes de 35°—36° *N* le soleil se lève bien avant 8 *h.* en Décembre, et la température à cette heure est bien plus élevée que le minimum diurne. En somme, la différence trouvée entre 8 *h.* mat. et 1 *h.* soir est probablement au-dessous de la véritable amplitude diurne, et cette dernière est donc supérieure, en Décembre, dans le Thibet septentrional, à $17.^{\circ}_{5}$.

Le Pamir donne des résultats analogues. Mr. Severtzow a eu la bonté de me fournir une copie de ses observations faites pendant son voyage de 1878 et non encore publiées. Les hauteurs variaient de 3600 à 4400 mètres.

Un thermomètre minima était exposé chaque nuit sur une caisse hors de la tente. Pendant le jour il observait un thermomètre-fronde, ce qui est, comme on sait, la meilleure méthode en voyage et partout où l'on ne peut faire usage des abris compliqués usités dans les stations

météorologiques. Ces observations n'étaient pas toujours faites à l'heure du maximum de la température.

Je calculai les différences entre les minima de la nuit et les températures les plus hautes observées pendant le jour, malgré que pour beaucoup de jours ces températures étaient loin de correspondre au maximum diurne. C'est ainsi que pour les observations d'Août je fus obligé d'accepter comme maximum une fois une observation avant midi, trois fois à midi, deux fois entre 12 ½ et 1 *h.* soir et trois fois entre 2 — 2 ½ *h.* soir. En Septembre par une fois à 11; 11 ½ et midi, deux fois à 1 *h.* soir et cinq fois entre 1 ½ et 2 ½ *h.* soir. De cette manière, si les minima observés avec un thermomètre sans abri ont été plus bas que si l'abri existait, les températures que je fus obligé d'accepter pour maxima sont aussi, en moyenne, certainement plus basses, que les maxima véritables, et ainsi les différences obtenues ne sont probablement pas supérieures à l'amplitude véritable de la température.

Je dois ajouter aussi que je n'ai calculé ces différences que pour les jours où la hauteur changeait peu pendant le jour, ainsi que pour ceux où elle était plus grande vers midi qu'au matin.

C'est ainsi que j'ai obtenu une différence moyenne de 25.$_7$ pour 9 jours entre les 20 — 31 Août, el de 25.$_0$ pour 10 jours entre les 5 — 20 Septembre.

La différence de 36.$_4$ pour le 13 Septembre fut rejetée comme suspecte; excepté ce jour, la plus grande différence fut obtenue le 25 Août (33.$_0$) la plus petite au 5 Septembre (21.$_0$.)

On a fait des observations horaires à Nukuss sur l'Amou-Darja, elles donnent une amplitude diurne de 13.$_8$ pour le mois d'Août et de 15.$_5$ pour celui de Sep-

tembre. On voit donc que l'amplitude diurne dans la steppe Aralo-Caspienne est de 9.$_8$ à 11.$_9$ inférieure à celle qui a été observée sur les plateaux et dans les hautes vallées du Pamir, dans les mêmes mois. Ce que j'ai avancé plus haut sur l'influence des grandes hauteurs est donc confirmé par une comparaison des plateaux et des plaines basses de l'Asie Centrale.

Mais il y a plus. Le climat du Sahara est considéré comme la plus haute expression d'un climat à grande amplitude diurne. Et certainement le ciel presque toujours sans nuages et l'extrême sécheresse du désert sont extrêmement favorables à de grandes variations de la température du jour à la nuit. Cependant de bonnes observations faites dans ces derniers temps ont prouvé que l'amplitude diurne du Sahara n'est pas aussi grande que celle que l'on observe sur les hauts plateaux de l'Asie Centrale. D'après Mr. Jordan l'amplitude diurne pendant 21 jours de Décembre et Janvier dans le désert Libyen *) (partie Est du Sahara, entre le 25½° et 29° lat. N.) a été de 13.$_6$, on observait au Caire, 10.$_1$ pendant les mêmes jours. On voit donc que *l'amplitude observée par Mr. Prjevalski au Thibet, en Décembre, est beaucoup plus grande (17.$_3$) malgré une latitude de 9° plus au Nord*—et une telle différence de latitude est très-importante pour les mois d'hiver.

Le docteur Nachtigal a fait d'excellentes observations météorologiques pendant son voyage au Sahara et au Soudan, il a fait même des observations horaires pendant plusieurs mois, ainsi p. ex. en mai 1869 à Mourzouk (26 lat. *N)* dans la partie Nord du Sahara. Entre 5 et 6 *h.* matin il

*) Physische Geographie der Lybischen Wüste. Berlin 1876.

faisait deux à trois observations, plus loin jusqu'au soir elles étaient horaires. J'ai calculé les différences entre la température la plus basse et la plus haute observée pendant la journée, et obtenu ainsi à tres peu près l'amplitude diurne complète. En Mars 1860 il a fait des observations à 6 *h.* matin et à 2 et 3 *h.* soir, qui donnent aussi à peu près l'amplitude diurne. J'ai obtenu pour mai $14._2$, pour mars $16._2$ c. à. d. beaucoup moins que l'amplitude du Pamir en Août et Septembre ($25._7$ et $25._0$)

En Juin et Juillet Mr Nachtigal se trouvait entre Mourzouk et Tibesti (26° — 20° lat. N.) Les différences entre la température au lever du soleil et celle à 3 *h.* soir n'ont pas dépassé $22._2$ en juin et $19._6$ en juillet.

Enfin entre les 18 Avril et 31 Mai 1870 Mr. Nachtiga se trouvait entre Mourzouk et Schimmedru (26° 19° lat. N.) le soleil passait donc au zenith pendant ce voyage, et le ciel était clair ou très-peu nuageux tout ce temps. La différence moyenne entre la température au lever du soleil et à 2 — 3 *h.* soir fut de $22._4$. Elle est donc de beaucoup inférieure à celle qui fut observée par Mr Severtzow sur le Pamir (37° — 39° lat. *N)* en Août et Septembre. De plus il faut considérer que Mr. Nachtigal n' a pas fait usage du thermomètre-fronde, et ainsi pendant ses voyages la température qu' il observait au milieu du jour était beaucoup plus haute que la température véritable de l'air, tandis que Mr. Severtzow observait à l'aide du thermomètre-fronde. Tous les faits observés prouvent donc, que *les hauts plateaux de l'Asie, du Pamir au Tibet septentrional, ont la plus grande amplitude diurne connue, et que les plaines basses les plus*

sèches, même le Sahara, sont loin d'égaler les plateaux Asiatiques sous ce rapport.

Les observations sont donc d'accord avec la théorie. L'*air* a beau être sec *au dessus des plaines basses,* il *contient cependant une plus grande quantité de vapeur d'eau que l'air au-dessus des hauts plateaux* de l'Asie, et cette quantité de vapeur d'eau absorbe une certaine quantité de chaleur rayonnante et diminue ainsi l'amplitude diurne de la température.

Aux Etats-Unis l'amplitude diurne la plus grande est observée sur les plateaux de 1500 à 2500 mètres de hauteur. Ainsi p. ex. à Denver la différence moyenne annuelle des maxima et minima diurnes est de 16.,*).

Dans l'Amérique du sud, l'amplitude diurne la plus grande est observée sur les plateaux massifs du Perou méridional et de la Bolivie.

Ayant prouvé que la hauteur au dessus du niveau de l'océan est par elle-même un élément favorable à une grande amplitude diurne, je passe aux observations faites en Suisse.

Je commence par donner des renseignements sur la hauteur et la position des stations.

---

*) V. aussi les travaux de Loomis dans le Sillimans Journal 1877 et 1880.

HAUTEUR ET POSITION DES STATIONS DE LA SUISSE.

		*) H.	**) Ht.	(Remarques.)
A ***)	Genève.	408	1.5	
D ***)	St. Bernard. . . .	2478		Passage alpin orienté du *NE* au *SW*, vent presque continuel d'une de ces directions.
A ***)	Neuchâtel.	488		
C ***)	Chaumont.	1153	1.5	Près de Neuchâtel.
A ***)	Berne.	574	2.1	
C ***)	Rigi.	1784	1.5	à 75 mètres au-dessous du sommet du Rigi-Kulm.
D ***)	St. Gothard. . . .	2093	5	Passage orienté du *N* au *S*, vent presque constant.
A ***)	Altstätten.	478	12	Station dans la ville, sur une grande place.
C ***)	Gäbris.	1250	4	Au sommet du Gäbris, près d'Altstätten.
B ***)	Bevers.	1715	4	Dans l'axe de la vallée de l'Engadine, station au milieu du village.
D ***)	Julier.	2244		Passage alpin.
B ***)	Sils.	1811	4	Dans la vallée de l'Engadine; la station n'est pas dans l'axe de la vallée, mais un peu au dessus.
A ***)	Lugano.	275	1.5	
C ***)	Monte Generoso.	1224	6	Station au dessus du sommet de la montagne, assez près de Lugano.
A ***)	Sion.	544		Vallée du Rhône.

Dans le tableau qui suit, les lettres *A*, *B*, *C*, *D* ont la même valeur qu'ici. De plus, les abbréviations suivantes ont été employées: α = amplitude diurne de la température. β = nébulosité, en mettant un ciel sans nuages = 0, un ciel complétement couvert de nuages=100. $\frac{\alpha . \beta}{100}$ = l'amplitude diurne, multipliée par la nébulosité et divisée par 100.

*) Hauteur au-dessus du niveau de la mer.
**) Hauteur du thermomètre au-dessus du sol.
***) A vallées basses ou plaines au-dessous de 600 mètres. B. Hautes vallées entre 1700 et 1900 mètres. C. Hauteurs plus ou moins isolées entre 1100 et 1800 mètres. D. Passages alpins au-dessus de 2000 mètres.

Quant à la manière de calculer α, pour *Berne* j'ai fait usage des observations horaires de l'observatoire.

Pour *Genève* j'ai pris la différence entre les températures de 6 *h.* du matin et 2 *h.* du soir et je l'ai corrigée d'après les «Nouvelles études sur le climat de Genève» de Mr. Plantamour. Pour le *St. Bernard* j'ai aussi pris la différence etre 6 *h.* matin et 2 *h.* soir, corrigée les valeurs horaires pour le St. Bernard calculées par Mr. Plantamour (Arch. des sciences phys. et nat. t. XIII.)

Pour le *Chaumont,* le *Rigi,* le *St. Gothard,* le *Gäbris,* e *Julier* et le *Generose* j'ai pris les différences de 7 *h.* mat et 1 *h.* soir corrigées d'après le St. Bernard suivant la formule $\alpha = d.\frac{\alpha'}{d'}$.

Pour *Neuchâtel, Bevers, Sils, Lugano, Sion* et *Altstätten* j'ai pris la différence de 7 *h.* matin et 1 *h.* soir, corrigée d'après les observations horaires de Berne suivant la même formule.

Pour *Genève,* le *St. Bernard, Neuchâtel,* le *Chaumont,* le *St. Gothard, Altstätten, Bevers,* le *Julier, Sils, Lugano* et *Sion* j'ai fait usage de 12 années d'observation: de Décembre 1864 à Novembre 1873 et de Janvier 1874 à Décembre 1876.

Pour *Berne:* Décembre 1865 à Janvier 1871, Avril 1871 à Novembre 1873 et Avril 1874 à Décembre 1876.

Pour le *Rigi:* De Décembre 1864 à Décembre 1876, excepté la période de Mai 1873 à Décembre 1874, et de plusieurs mois entre Mai et Octobre dans plusieurs autres.

Pour le *Gäbris* Décembre 1871 à Novembre 1873 et Janvier 1874 à Janvier 1876.

Pour le *Monte Generoso* De Décembre 1864 à Octobre 1873, avec plusieurs lacunes.

Je suis très-obligé à Mr. Robert Billwiller, directeur des stations météorologiques de la Suisse, qui a eu la bonté de me donner des renseignements sur la position des stations et la hauteur des thermomètres au dessus du sol.

Amplitude diurne de la température et nébulosité en Suisse.

	Genève.			St. Bernard.			Neuchâtel.			Chaumont.			Berne.			Rigi.			St. Gothard.			Altstätten.		
	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$
	A.			D.			A.			C.			A.			C.			D.			A.		
Année.	6.7	61	3.7	4.3	57	2.5	6.2	64	4.0	4.7	61	2.7	7.0	65	4.5	2.8	60	1.7	4.1	60	2.5	6.3	58	3.6
Hiver. *)	3.4	78	2.7	2.3	53	1.2	2.5	81	2.0	2.4	67	1.6	4.0	78	3.1	1.3	59	0.8	2.3	59	1.4	3.0	66	2.0
Printemps. **) .	6.4	64	4.0	5.0	59	2.9	5.8	67	3.9	5.4	65	3.6	7.0	70	4.9	2.6	64	1.7	4.3	61	2.6	6.0	60	3.6
Été. ***)	9.0	48	4.2	5.8	59	3.4	9.6	54	5.2	5.7	55	3.1	9.2	57	5.2	3.5	59	2.1	5.3	62	3.3	9.3	52	4.8
Automne. ****) .	8.1	53	4.1	4.3	57	2.4	6.9	57	3.9	5.4	56	2.6	8.0	59	4.7	3.8	56	2.2	4.7	60	2.8	6.8	52	3.5

	Gäbris.			Bevers.			Julier.			Sils.			Lugano.			Monte Generoso.			Sion.		
	C.			B.			D.			B.			A.			C.			A.		
Année.	3.8	61	2.3	10.6	50	5.3	6.1	54	3.7	8.5	53	4.5	8.1	46	3.7	2.8	45	1.3	8.5	47	4.0
Hiver. *)	2.3	63	1.4	7.9	49	3.9	3.3	53	1.7	6.1	52	3.2	6.3	46	2.9	1.5	59	0.9	4.7	50	2.3
Printemps. **) .	4.3	63	2.7	11.1	50	5.5	7.1	54	3.9	9.7	53	5.1	8.2	48	3.9	3.3	52	1.5	8.1	50	4.7
Été. ***)	4.7	62	2.9	11.9	53	6.3	7.8	55	4.3	9.8	54	5.3	9.3	46	4.3	4.3	32	1.4	12.6	42	5.3
Automne. ****) .	3.8	55	2.1	11.5	49	5.6	6.1	52	3.1	8.5	52	4.4	8.9	46	4.1	2.7	36	1.3	8.5	45	4.0

*) Novembre, Décembre, Janvier. **) Février, Mars, Avril.
) Mai, Juin, Juillet. *) Août, Septembre, Octobre.

$\frac{\alpha.\ \beta}{100}$ par mois.

	Genève.	St. Bernard.	Neuchâtel.	Chaumont.	Rigi.	Berne.	St. Gotthard.	Altstätten.	Gäbris.	Bevers.	Julier.	Sils.	Lugano.
Novembre. . .	2.9	1.3	1.7	1.3	0.9	3.3	1.5	2.3	1.4	4.3	2.0	3.3	3.3
Décembre. . .	2.3	1.0	1.8	1.5	0.8	2.9	1.2	1.9	1.3	3.7	1.5	2.9	2.9
Janvier. . . .	2.8	1.3	2.3	1.6	0.7	3.2	1.3	2.0	1.6	3.9	1.5	3.2	2.9
Février. . . .	3.5	2.0	3.2	2.4	1.2	4.6	1.8	2.9	2.1	5.5	2.5	5.0	3.6
Mars.	3.7	3.1	3.6	4.6	1.9	4.4	2.9	3.6	2.7	5.8	4.4	5.2	4.0
Avril.	4.7	3.7	4.6	3.6	1.9	5.5	3.2	4.3	3.4	5.7	4.8	5.2	4.2
Mai.	4.4	3.6	5.2	3.4	2.6	5.3	3.4	4.5	3.4	5.6	4.8	4.8	4.4
Juin.	4.3	3.6	5.3	3.1	1.9	5.3	3.2	5.1	2.8	6.3	4.4	5.5	4.6
Juillet.	4.0	3.1	5.0	2.8	1.7	5.1	3.2	4.7	2.5	6.8	3.7	5.7	4.2
Août.	4.4	2.9	4.2	3.2	2.6	4.3	8.1	3.7	2.1	6.1	3.8	5.3	3.3
Septembre. .	3.2	2.4	3.7	2.7	1.6	4.6	3.3	3.4	2.1	5.7	2.8	4.4	4.0
Octobre. . .	3.2	2.0	3.5	2.8	2.3	4.3	1.9	3.0	2.0	4.9	2.8	3.7	3.6

Le tableau ci-dessus montre que l'on trouve la plus grande comme la plus petite amplitude diurne a peu près à la même hauteur, entre 1700 et 1800 mètres. Bevers a la plus grande, 10.4, le Rigi la plus petite, 2.8.

C'est une relation presque de 4 à 1. Même en introduisant une correction pour la nébulosité, (colonne $\frac{\alpha.\ \beta}{100}$) l'amplitude diurne de Bevers est encore plus du triple de celle du Rigi.

Pour montrer tout de suite l'influence des différentes situations sur l'amplitude diurne, j'ai calculé le tableau suivant.

$\frac{\alpha.\ \beta}{100}$.	Année.	Hiver.	Préntemps et Automne.	Été.
B. Stations des hautes vallées.	4.9	3.5	5.2	5.8

$\frac{\alpha.\beta}{100}$.	Année.	Hiver.	Préntemps. et Automne.	Été
A. Stations des plaines et des vallées basses.	$3._9$	$2._5$	$4._1$	$4._8$
D. Passages alpins.	$2._9$	$1._4$	$3._0$	$4._0$
C. Montagnes isolées (sans le Chaumont et le Generoso.)	$2._0$	$1._1$	$2._2$	$2._5$

Les moyennes annuelles diffèrent donc de 1° à peu près de groupe à groupe.

Quant aux saisons, on voit qu'entre les deux premiers les hautes vallées ont proportionnellement une plus grande amplitude pendant les saisons plus froides, mais la différence est peu marquée.

Quant aux deux derniers, la différence entre eux est peu marquée en hiver et très-grande en été.

L'examen de la position de quelques-unes des stations montre la cause des différences qu'elles présentent avec les stations voisines.

Mr. Billwiller donne les renseignements suivants sur la haute Engadine. «C'est une vallée large de 3 kilomètres, avec très-peu de pente (1 mètre sur 226). Au Sud-Ouest et au Nord-Est elle est bornée par des montagnes qui s'élèvent à 1200 mètres au dessus de la vallée. Les pentes de ces montagnes ne sont pas escarpées, au contraire elles s'élèvent très-graduellement, de manière que le fond de la vallée, pareil à un grand entonnoir, est ouvert toute l'année aux rayons solaires. *Grâce à cette position, ainsi qu'à l'air pur, sec et raréfié, l'amplitude diurne de la température est plus grande que dans les vallées basses*, p. ex. en Juillet de $13._0$ à Bevers et seulement de $9._3$ à Berne. La période diur-

ne de la pression atmosphérique est affectée par cette position, et l'amplitude diurne barométrique est seulement un peu moindre que dans les vallées basses et encaissées du Rhone et de la Reuss.» *) Plus loin il remarque que Sils est situé hors de l'axe de la vallée, sur un terrain légèrement incliné, et Bevers est dans l'axe même de la vallée. Il me paraît que cette position explique pourquoi Bevers a une amplitude diurne plus grande que Sils—ce dernier endroit a un climat de vallée un peu modifié.

Il ne faudrait pas croire que la haute Engadine fut la seule des hautes vallées en Suisse qui ont une grande amplitude diurne. J'ai choisi les stations de l'Engadine comme celles qui ont la période d'observation la plus longue et la plus sûre, de plus les deux stations me permettaient de trouver des différences d'amplitude dont je pouvais aisément voir la cause—les stations étant rapprochées et soumises aux mêmes influences de climat.

Parmi les hautes vallées de la Suisse ayant une grande amplitude diurne je citerai celle der Zermatt au pied du Monte Rosa ainsi que celle de Davos un peu au Nord de l'Engadine. Pour cette dernière, je trouve quelques observations pendant l'hiver. On a observé avec des thermomètres à maxima et minima. La différence qu'ils donnent est supérieure à l'amplitude diurne, car elle renferme un élément non périodique. Je compare donc les différences pour Davos-Platz à celles qui ont été observées à Bevers de la même manière.

---

*) Zeitschrift für Meteorologie, t. XV p. 297.

Différence moyenne entre les maxima et minima diurnes.

	Davos-Platz *) 3 ans.	Bevers **) 12 ans.
Novembre, Décembre, Janvier	$10._4$	$10._1$
Février et Mars	$12._8$	$12._5$.

On voit donc que pour ces mois, l'amplitude diurne à Davos-Platz et à Bevers est à peu près la même.

Parmi les stations de la plaine et des vallées basses Genève, Neuchâtel et Lugano sont situées près de lacs et devraient par cela même avoir une amplitude moindre que Berne, Altstätten et Sion. Cependant la table montre qu'Altstätten a dans la moyenne annuelle, une amplitude moindre que Genève même. Cela peut être dû en partie à sa situation hors de l'axe de la vallée du Rhin, mais aussi à la grande hauteur du thermomètre au dessus du sol: 12 mètres, hauteur qui doit avoir une influence très-grande sur la diminution de l'amplitude diurne de la température.

Je ne connais pas la position topographique du Julier. Mr. Billwiller n'a pas encore inspecté cette station. Mais probablement la position est plus favorable à une grande amplitude diurne que celle du Saint-Bernard et du Saint-Gothard.

Ces derniers ont une position qui les soumet à des vents presque continuels, ce qui ne peut pas être favorable à une grande amplitude diurne. Dans la moyenne annuelle, cette dernière est égale pour les deux stations.

---

*) Quart. Journ. Meteor. Soc. 1880, p. 206.

**) Zeitschr. f. Meteorologie, v. XIV, p. 187.

Quant aux montagnes isolées, le Generoso donne la plus petite amplitude diurne, après avoir introduit la correction due à la nébulosité. Je n'exagère pas la portée de ce résultat, car les observations ont été très-courtes, le thermomètre était placé à une grande hauteur (6 mètres) et de plus, surtout pour les mois d'été et d'automne, la nébulosité etait si petite, que la correction introduite devait donner lieu aux inconvénients que j'ai signalés plus haut. Il vaut donc mieux ne pas donner trop d'importance aux observations du Generoso.

Les observations sur le Rigi et le Gäbris sont plus sûres et plus longues, et confirment très-bien la conclusion que, toutes choses égales d'ailleurs, l'amplitude diurne doit être surtout petite sur les montagnes isolées.

Parmi les montagnes qui se trouvent dans le tableau, le Chaumont près de Neuchâtel a la plus grande amplitude diurne. Le Chaumont cependant n'est pas une cime isolée, mais, comme les autres hauteurs du Jura, une chaine assez longue, assez large et plate au sommet. Il est clair que des montagnes de cette espèce doivent avoir une amplitude diurne plus grande que des cimes plus isolées et moins massives.

Neuchâtel et le Chaumont, Altstätten et le Gäbris sont les deux seules paires de stations très-rapprochées pour lesquelles on puisse immédiatement comparer les plaines ou les vallées aux montagnes. J'ai ajouté la paire Berne et Rigi pour l'intérêt, qu'elle présente.

En toute saison l'amplitude diurne est plus grande à Neuchâtel qu'au Chaumont et à Altstätten qu'au Gäbris. Je donne ci-dessous les différences; il faut remarquer que dans le tableau général des stations la période d'observation des deux dernières stations n'est pas la même.

Pour le tableau ci-dessous, j'ai calculé les observations d'Altstätten pour la même période de cinq ans que celle du Gäbris.

Différences de l'amplitude diurne de la température entre les stations de vallée et de montagnes.

	Année.		Hiver.		Printemps.		Été.		Automne.	
	α.	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	$\frac{\alpha.\beta}{100}$
Neuchâtel-Chaumont.	$1.^{5}$	$1.^{3}$	$0.^{1}$	$0.^{4}$	$0.^{4}$	$0.^{3}$	$3.^{9}$	$2.^{1}$	$1.^{5}$	$1.^{4}$
Alstätten-Gäbris.	$2.^{7}$	$1.^{6}$	$0.^{9}$	$0.^{7}$	$2.^{0}$	$1.^{0}$	$4.^{6}$	$2.^{1}$	$3.^{4}$	$1.^{5}$
Berne-Rigi.	$4.^{2}$	$2.^{8}$	$2.^{7}$	$2.^{3}$	$4.^{4}$	$3.^{2}$	$5.^{7}$	$3.^{1}$	$4.^{2}$	$2.^{5}$

Il est avéré que les différences trouvées entre les paires de stations Neuchâtel-Chaumont et Altstätten-Gäbris sont de beaucoup inférieures aux différences normales des stations de vallées et de montagnes isolées.

Pour la première paire c'est parce que 1) l'observatoire de Neuchâtel est à une élevation assez grande au-dessus du lac; 2) que le Chaumont n'est pas, à proprement parler, une cime isolée, mais une crête assez large au sommet.

Pour la seconde paire il faut remarquer que 1) Altstätten n'est pas situé dans l'axe de la

vallée, mais au-dessus; 2) La hauteur du thermomètre au-dessus du sol est si grande (12 mètres) que cela doit diminuer de beaucoup l'amplitude diurne.

C'est donc la différence de la paire Berne-Rigi qui me paraît approcher bien plus de la différence normale des vallées et des montagnes isolées, et elle est, comme on le voit de $4._2$ pour la valeur annuelle variant de $2._7$ à $5._7$ suivant les saisons. Quant à la différence de l'amplitude annuelle avec la correction pour la nébulosité $\left(\frac{\alpha.\beta}{100}\right)$ elle est de $2._8$ en moyenne et varie suivant les saisons de $2._3$ à $3._2$.

J'ai aussi calculé l'amplitude diurne pour les différentes valeurs de la nébulosité en moyenne des mois. Un tableau graphique donne les principaux résultats de cette étude.

J'ai adopté le moyen suivant pour obtenir des moyennes moins dépendantes du caractère individuel de chaque mois. J'ai formé les groupes suivants: nébulosité de 0—30, de 0—35, de 0—40, de 31—45, de 36—50 et ainsi de suite en prenant les moyennes des nébulosités de 15 en 15%.

Par exemple à Bevers, dans les mois d'Août à Octobre, il y eu un mois présentant une nébulosité de moins de 30. Les nombres résultants pour ce groupe sont: nébulosité (β) 19, amplitude (α) $18._4$. Il y eu 9 mois qui eurent une nébulosité de moins de 40, résultat β 36, α $13._9$. 17 mois ont eu une nébulosité de 36 à 50, résultat du groupe β 43, α $12._8$ et ainsi de suite.

Le tableau montre une différence très-notable entre les stations de montagne et de vallée. Les premières montrent assez peu de différence entre l'amplitude diurne suivant le plus ou moins de nébulosité, dans les

secondes, au contraire, la différence est très-grande. Les stations extrêmes sont ici le Rigi, qui possède un climat de montagne à un degré éminent, et Bevers, qui offre au contraire les traits caractéristiques du climat des vallées.

Ces phénomènes sont faciles à expliquer. Ce n'est que quand la nébulosité est peu considérable que la différence entre les montagnes et les vallées s'accentue. Plus le ciel est couvert, moins grande est la différence due aux positions topographiques.

Je passe maintenant aux stations de l'Oural et de l'Asie centrale.

Latitude Nord.	Longitude Est de Greenwich.	H. *)	Noms des stations.	Ht. **)	Nombre d'années d'observation.
59° 45′	60°1′	194	Bogoslowsk.	3.0	7 ans, de 1873 à 1879.
56° 49′	60° 38′	267	Catharinenbourg.	2.3	
55° 10′	59° 41′	445	Zlatoouste.	3.4	
57° 54′	59° 56′	(227)	Nijne-Taguilsk.	6.0	1½ an, de Juin 1878 à Décembre 1879.
58° 17′	59° 47′	381	Mont Blagodat.	2.6	
41° 20′	69° 13′	484	Tachkent, observatoire astronomique.	3.4	3 ans, de Fevrier 1877 à Décembre 1879.
41° 19′	69° 16′	455	Tachkent, laboratoire chimique.	3.2	

Quant à la position topographique de ces stations, voici ce que j'ai pu trouver dans les recueils spéciaux. *Bogoslowsk.* ***) L'observatoire se trouve dans la partie la plus basse de la ville. La ville est bâtie le long de

*) Hauteur au-dessus du niveau de l'océan.

**) Hauteur des thermomètres au-dessus du sol.

***) Rapport de Mr. Rikatchef sur son inspection des stations de l'Oural. Repertorium für Meteorologie, t. 3.

l'étang de l'usine, entre deux collines hautes de 53—57 mètres au-dessus de l'observatoire, et situées l'une au *NNE*, l'une au *SSE*, et à une distance de $^2/_3$ à $^3/_4$ de kilomètres. La chaîne principale de l'Oural, avec des cimes de plus de 1500 mètres, se trouve à 25 kil. à l'Ouest de la ville.

Catharinenbourg. *) L'observatoire se trouve hors de la ville, sur le sommet d'une colline qui domine le pays environnant à une distance de plusieurs kilomètres. La partie inférieure de la colline est boisée, le haut n'a pas pas d'arbres. Les monts Ourals sont peu élevés à la latitude de la ville.

Zlatoouste. *) L'observatoire est bâti sur la digue de l'étang de l'usine, dans la partie basse de la ville, au pied d'une colline escarpée, située à l'Ouest. Le sommet de cette colline est à 147 mètres au dessus de l'observatoire. Les montagnes situées au Sud-Ouest et au Nord-Est, ainsi que la direction de la vallée, excluent à peu près tous les vents excepté ceux du *SE* et du *NW*. La ville est entourée d'assez hautes montagnes et se trouve encore à l'Ouest de la chaîne principale de l'Oural.

Nijnetaguilsk. **) Les observations se font à l'hôpital, qui se trouve à une hauteur de 10 à 15 mètres au dessus du reste de la ville. Au *N*, à l'Ouest et au *S*, on voit les cimes de l'Oural.

Mont Blagodat. **) La station est construite sur le sommet de la cime centrale de la montagne, qui est entièrement isolée des autres montagnes, et se trouve à 150

---

*) Rapport de Mr. Rikatchef sur son inspection des stations de l'Oural. Repertorium für Meteorologie, t. 3.

**) Annalen des Phys. Observatoriums, 1878.

mètres au dessus de l'étang de l'usine de Kouchwa. Au Sud, à l'Est et à l'Ouest de la station se trouvent des trous profonds qui se sont formés grâce à l'extraction du minerai de fer de la montagne. La partie inférieure de celle-ci est couverte d'arbres.

Tachkent, observatoire. *) Est situé à 2 kilom. au *NE* de la ville, sur une colline sans aucune végétation, et dominant les alentours. Cette colline se trouve à la limite d'une steppe étendue, privée d'eau.

Tachkent, laboratoire. *) Situé dans la ville même. Les rues de la ville sont coupées de canaux, remplis d'eau courante et servant à une irrigation très-abondante des jardins. De plus, les rues sont bordées d'un moins 4 rangées d'arbres, chacune d'elles a un canal d'irrigation. On arrose les rues et les cours pendant les chaleurs, et la quantité d'eau qui s'évapore ainsi est très-grande. Les arbres dominent les maisons de plus du double, de manière que la ville a l'air d'une forêt.

*) Annalen des Physikalischen Centralobservatoriums, 1878.

	Bogoslowsk.			Catharinenbourg.			Zlatoouste.		
	α. *)	β. **)	$\frac{\alpha.\ \beta}{100}$	α. *)	β. **)	$\frac{\alpha.\ \beta}{100}$	α. *)	β. **)	$\frac{\alpha.\ \beta}{100}$
Année. . . .	$6._9$	60	$4._1$	$5._9$	64	$3._7$	$7._0$	68	$4._7$
Hiver.	$4._0$	60	$2._4$	$3._0$	66	$2._0$	$4._3$	70	$3._0$
Printemps. . .	$9._2$	56	$5._1$	$6._6$	61	$4._0$	$8._1$	64	$5._2$
Été.	$7._6$	63	$4._8$	$7._6$	63	$4._8$	$8._6$	66	$5._6$
Automne. . .	$6._8$	60	$4._1$	$6._4$	66	$4._2$	$7._1$	72	$5._0$
	t' ***)	t'—t †)		t' ***)	t'—t †)		t' ***)	t'—t †)	
Octobre. . . .	$-15._6$	$16._6$	$3._3$	$-12._7$	$14._1$	$3._4$	$-13._0$	$14._0$	$4._1$
Novembre. . .	$-32._7$	$23._9$	$2._5$	$-20._9$	$15._2$	$2._4$	$-22._8$	$16._7$	$3._4$
Décembre. . .	$-42._5$	$22._6$	$1._8$	$-31._6$	$16._1$	$1._6$	$-35._1$	$20._5$	$2._3$
Janvier. . . .	$-37._8$	$19._7$	$2._7$	$-34._3$	$18._1$	$1._9$	$-36._7$	$20._1$	$3._2$
Février. . . .	$-40._4$	$25._0$	$4._7$	$-30._8$	$17._6$	$3._2$	$-35._3$	$21._8$	$4._7$
Mars.	$-35._4$	$27._2$	$5._7$	$-26._4$	$19._7$	$4._4$	$-27._4$	$20._9$	$5._5$

*) Amplitude diurne de la température.
**) Nébulosité moyenne.
***) Minima moyens des mois, d'après les observations à 7 h. mat. 1 h. et 9 h. soir.
†) Différence entre les minima des mois et la température moyenne.

	Nijnetaguilsk.			Blagodat.			Tachkent. Observatoire.		Tachkent. Laboratoire.	
	α.	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	β	$\frac{\alpha.\beta}{100}$	α.	Humidité relative.	α.	Humidité relative.
Année.	6.$_7$	65	4.$_3$	5.$_0$	69	3.$_4$	11.$_6$	53	12.$_5$	66
Hiver. *)	3.$_5$	68	2.$_4$	1.$_8$	71	1.$_4$	7.$_7$	64	8.$_9$	76
Printemps. **)	8.$_0$	70	5.$_9$	5.$_5$	71	3.$_9$	10.$_1$	61	10.$_6$	67
Été. ***)	8.$_3$	58	4.$_8$	7.$_5$	63	4.$_7$	14.$_3$	41	14.$_2$	55
Automne. ****)	6.$_2$	65	4.$_0$	5.$_2$	71	3.$_7$	11.$_4$	46	16.$_3$	65

Pour ces stations comme pour celles de la Suisse, j'ai déduit l'amplitude diurne de la différence de température entre 7 *h.* matin et 1 *h.* soir, d'après la formule $\alpha = d.\frac{\alpha'}{d}$. Les stations normales qui ont donné le facteur $\frac{\alpha'}{d'}$ sont pour *Bogoslowsk* St. Pétersbourg, †) pour *Catharinenbourg* les observations faites là même dans une période antérieure, pour *Zlatoou-*

*) Mois de Novembre à Janvier. **) Février à Avril.
) Mai à Juillet. *) Août à Octobre.
†) Wild, die Temperaturverhältnisse des russischen Reichs, t. I.

ste Catharinenbourg et Barnaoul, *) en donnant une valeur double aux observations au premier lieu, pour *Nijnetaguilsk* et *Blagodat* j'ai pris la moyenne des facteurs qui ont servi pour Bogoslowsk et Catharinenbourg. Pour *Tachkent* je me suis servi des observations de Noukouss. *)

Comme je l'ai remarqué plus haut, la période des observations coïncide pour les trois premiers de ces endroits.

Catharinenbourg étant situé sur une colline et les deux autres stations dans des vallées, ces dernières devraient avoir une amplitude plus grande.

C'est ce qui a lieu en effet. Nous pourrions attendre aussi, vu la grande différence des latitudes, que la plus méridionale des stations des vallées, Zlatoouste, eût une amplitude plus grande que la station plus septentrionale de Bogoslowsk, et c'est aussi le cas.

Le résultat est plus marqué encore si nous introduisons une correction pour la nébulosité, car cette dernière est beaucoup plus grande à Zlatoouste qu'à Bogoslowsk.

L'humidité ayant une grande influence sur l'amplitude diurne de la température, je donne plus bas cet élément pour la même période de 7 ans. Bogoslowsk: hiver 83, printemps 77, été 70, automne 79, année 77. Catharinenbourg: hiver 80, printemps 73, été 67, automne 76, année 74; Zlatoouste: hiver 83, printemps 76, été 71, automne 79, année 77. On voit donc qu'à Catharinenbourg l'humidité relative est en toute saison de 3% à 4% plus faible qu'aux deux autres stations. Vu les moyennes de l'humidité on pourrait donc s'attendre à une amplitude

*) Wild, die Temperaturverhältnisse des russischen Reichs, t. I.

diurne plus grande à Catharinenbourg. Si *le contraire a lieu, c'est que l'influence de la position topographique est bien autrement grande.*

Cependant pendant les mois de Janvier à Avril l'amplitude diurne est plus grande à Bogoslowsk qu'à Zlatoouste. Avec la correction pour la nébulosité, ce n'est le cas que pour le mois de Mars. Cette grande amplitude diurne au commencement du printemps est commune aux mêmes latitudes de l'Asie occidentale comme de l'Europe. Mr. Rubenson, dans son mémoire sur l'amplitude diurne en Suède, *) prouve que les stations du Nord de la Suède ont le maximum de l'amplitude diurne en Mars, tandis que dans la partie moyenne et méridionale du pays le maximum tombe en Juin ou Juillet (en partie en Mai). C'est la haute pression qui régne dans ces latitudes au printemps qui parait être la cause de la grandeur de l'amplitude diurne, car le ciel clair et le calme qui accompagne les anticyclones est justement ce qui le favorise. Les mêmes phénomènes ont lieu plus au Nord en Avril et Mai, c. à d. une haute pression de l'air, accompagnée de calmes frequents et d'une grande amplitude diurne.

En automne au contraire, les conditions sont plutôt favorables à une grande amplitude diurne dans l'Oural méridional. En cette saison la pression de l'air est haute dans le midi de la Russie et sur les steppes Kirgizes, et diminue rapidement vers le Nord. Des anticyclones avec le temps clair et calme qui les accompagne doivent donc apparaître plus souvent à Zlatoouste qu'à Bogoslowsk.

---

*) V. une analyse de ce mémoire dans la Zeitschrift für Meteorologie, t. XIII, p. 81.

Que malgre cela la nébulosité moyenne soit plus grande au premier de ces endroits n'a rien d'étonnant, vu sa position. Les vents d'Ouest dominent alors, et ils sont descendants à Bogoslowsk, situé à l'Est des montagnes, et ascendants à Zlatoouste, qui se trouve encore à l'Ouest de la chaine principale, Mais ces vents d'Ouest, malgré le temps clair qu'ils amènent, ne sont pas aussi favorables à une grande amplitude diurne à Bogoslowsk, car ils sont souvent forts et soufflent aussi pendant la nuit. A Zlatoouste au contraire, si la nébulosité moyenne est plus grande, en revanche les jours clairs sont accompagnés de calmes ou de vents faibles.

En Septembre le caractère géographique de l'amplitude diurne (c. à d. son augmentation rapide vers le Sud) est si marqué que même à Catharinenbourg, elle est plus grande qu'à Bogoslowsk. Dans l'Asie Centrale aussi elle est plus grande dans ce mois que dans les mois de Juillet et d'Août.

Il faut encore remarquer, à propos des stations de l'Oural, que la hauteur des thermomètres est de plus d'un mètre moins grande à Catharinenbourg qu'à Bogoslowsk et Zlatoouste. Toutes choses égales d'ailleurs, cela devrait donner une plus grande amplitude diurne à Catherinenbourg qu'aux deux autres stations. Si le contraire ce lieu, c'est que la position topographique est une cause beaucoup plus puissante. Ces deux derniers endroits étant situés dans des vallées montrent une amplitude diurne plus grande, malgré la hauteur des thermomètres.

Pour comparer des stations plus rapprochées, j'ai pris Nijnetaguilsk et Blagodat. La période n'est que de 19 mois par malheur. La seconde est très-bien située, c'est une position de montagne ou plutôt de colline isolée. La

position de Nijnetaguilsk n'est pas aussi bonne pour donner climat d'une vallée, car les observations ont été faites à une hauteur de près de 15 mètres au dessus de la vallée, et de plus les thermomètres étaient placés à une hauteur exagérée, 6 mètres au dessus du sol. Ainsi il est certain que les chiffres obtenus pour l'amplitude diurne de Nijnetaguilsk sont inférieurs à ceux qui seraient obtenus si les observations avaient été faites dans la partie basse de la ville et les thermomètres placés au dessus de 3 mètres.

Je n'hesite pas à émettre l'opinion que la différence eût égalé 1° ou même plus, au moins dans les mois de printemps, vu la fréquence des anticyclones dans cette saison.

Malgré tout, on voit que les observations donnent encore une amplitude diurne beaucoup plus grande pour Nijnetaguilsk. Au printemps, en faisant la correction pour la nébulosité, la différence est encore de $2._0$.

Les stations de Tachkent-Observatoire et Tachkent-Laboratoire présentent des phénomènes remarquables. Le premier, situé sur une colline a une amplitude diurne beaucoup moindre que la seconde, qui n'est pas encore tout-à-fait une station de vallée, mais est située sur un terrain légèrement incliné. De plus, la seconde, grâce aux arbres dont elle est entourée, grâce surtout à une très-abondante irrigation artificielle, a une humidité relative beaucoup plus grande que la première (66% contre 53% dans la période annuelle).

Ce qui est surtout remarquable, c'est que le laboratoire de Tachkent est situé au milieu de grands arbres, c. à d. que les conditions seraient plutôt favorables à une moindre amplitude diurne. Les observations sous bois et hors bois faites en Europe donnent partout une

amplitude diurne plus grande pour les stations hors bois. Pour ne citer que celles qui ont été faites sous une latitude assez voisine de celle de Tachkent, voici ce que donnent les observations de Vallombrosa en Toscane *) et celles de Tachkent.

	Amplitude diurne.			
	Vallombrosa.		Tachkent.	Tachkent
	Hors bois.	Sous bois.	Observatoire.	Laboratoire.
Été.	$11._5$ **)	$6._5$ **)	$14._3$	$14._2$
Automne. .	$10._6$ **)	$5._6$ **)	$14._4$	$16._3$

Si ce n'était la différence de position topographique, ce serait le Laboratoire qui devrait avoir une amplitude diurne moindre, grâce à l'humidité plus grande de l'air et à la présence de grands arbres. L'observatoire au contraire, situé sur une colline dépourvus d'arbres, devrait avoir une amplitude plus grande. Mais la position de cette dernière station sur une colline change tout cela. A peine les irrigations très-abondantes de l'été dans la ville donnent-elles une amplitude à peu près égale pour les deux stations. Mais en automne, grâce aux calmes avec ciel clair qui régnent alors, l'amplitude diurne snr la colline est de $1._9$ moins grande, malgré la grande différence de l'humidité à cette saison.

Les observations de Tachkent montrent l'importance extrême des différences topographiques dans un climat comme celui de l'Asie centrale, où le ciel est clair, l'ai sec et les nuits souvent calmes.

Les températures minima en hiver arrivent générale-

*) V. Meteorologia Italiana.

**) D'après les différences de thermomètres à maxima et minima.

ment, les climats purement maritimes excepté, pendant des nuits calmes et claires. Naturellement dans ces conditions les températures doivent être plus basses dans les vallées que sur les hauteurs environnantes, et ainsi les conditions topographiques favorables à une grande amplitude diurne sont aussi favorables à des températures basses pendant les anticyclones d'hiver. Pour montrer cela, j'ai calculé les minima moyens pour 3 stations de l'Oural (t') et leur différence avec les températures moyennes des mêmes mois ($t - t'$). Il ressort du tableau ci-dessus que 1) Les minima moyens mensuels sont plus bas à Zlatoouste et à Bogoslovsk qu' à Catharinenbourg 2) que les différences $t—t'$ sont aussi plus grandes dans les deux premiers endroits que dans le troisième. L'influence des vallées sur les minima est donc bien visible.

On voit de plus que les minima sont plus hauts et la différence $t—t'$ plus petite à Zlatoouste qu'à Bogoslowsk, ce qui, outre la latitude plus méridionale du premier endroit, doit être attribué à sa nébulosité plus grande, de manière que les conditions favorables à un grand refroidissement par radiation sont moins fréquentes et durent moins longtemps.

J'ai voulu comparer sous le même rapport des endroits plus proches l'un de l'autre. J'ai donc fait usage des observations de Catherinenbourg, Nijnetaguilsk, Blagodat et Bogoslowsk pour la période de Février 1877 à Décembre 1879. Je n'ai pu faire usage des observations de Blagodat avant Mai 1878 pour déterminer l'amplitude diurne, car les thermomètres étaient exposés á l'E. et recevaient ainsi les rayons du soleil le matin. Mais pour les mois d'hiver que je considère seuls ici, ceci n'a pas d'importance, la première observation étant faite à 7 *h.* matin, avant le lever du soleil dans ces mois.

Moyennes de Décembre, Janvier et Février.

Catherinenbourg	Nijaetaguilsk	Blagodat	Bogoslowsk
$t'-31._6; t-t'17._1$	$t'-'32._0; t-t'17._3$	$t'-'27._2; t-t'12._8$	$t'-37._6; t-t'20._2$

Ces endroits se diposent donc dans l'ordre suivant suivant la hauteur des minima: Blagodat, Catharinenbourg, Nijnetaguilsk, Bogoslowsk, c. à d. plus le climat a le caractère de celui de vallée, plus les minima sont bas et leur différence d'avec la moyenne grande.

Après tout ce que j'ai remarqué avant, l'influence de la position topographique des stations de l'Oural sur l'amplitude diurne est parfaitement clair. Il y aurait peut-être lieu de s'étonner que dans un travail aussi détaillé que celui que Mr. Wild a consacré à la période diurne de la température en Russie, *) où il discute longuement les observations de Bogoslowsk, Catharinenbourg et Zlatoouste, la différence que l'on remarque entre eux ne l'ait pas frappé. P. ex. d'après Mr. Wild l'amplitude diurne est

	Bogoslowsk	Catharinenbourg	Zlatoouste
Année	$7._3$	$6._5$	$7._8$
Hiver (Novembre-Janvier)	$4._3$	$3._1$	$4._3$
Printemps (Février-Avril)	$9._8$	$7._2$	$10._0$

J'ai donné ces chiffres, parce que Mr. Wild les a deduits d'une autre période d'observation et par une autre méthode que moi **). Les instruments et leur exposition aussi étaient différents. Cependant excepté au printemps

*) Temperaturverhältnisse des russischen Reiches, v. I.

**) Il a fait usage d'observations horaires pour Catharinenbourg et bihoraires (à l'exception des heures de nuit) pour les deux autres endroits.

pour Zlatoouste, ces chiffres ne diffèrent pas trés-notablement des miens, et la position de Catharinenbourg relativement aux deux autres stations est la même. La position topographique des stations est bien connue, surtout après leur inspection par Mr. Rikatchef et de plus il était difficile d'attribuer la différence d'amplitude diurne à la position géographique, car elle est plus grande au Sud et au Nord de Catharinenbourg. La raison véritable des différences était, paraît-il, facile à trouver.

Les observations faites en Suisse permettent aussi de constater la coïncidence des minima très-bas en hiver avec une grande amplitude diurne. Ainsi p. ex. pour les six hivers 1864—69, les mois de Décembre, Janvier et Février donnent les moyennes suivantes:

S. Bernard *)	Julier *)	Rigi *)	Bevers *)
$t'-17._2 t-t'8._6$	$t'-18._9 t-t'10._9$	$t'-14._2 t-t'9._5$	$t'-21._9 t-t'13._9$

C'est à Bevers aussi que l'on a observé le minimum absolu en Suisse. Bevers et le Rigi diffèrent profondément, comme aussi pour l'amplitude diurne.

D'autres pays donnent des exemples du mème genre. Ainsi Klagenfurt, en Carinthie, à une hauteur de 440 mètres seulement, mais situé dans une large vallée où les vents sont faibles et où les conditions sont trés-favorables à la stagnation de l'air froid eu hiver. A peu de distance de là on a fait des observations à l'Obir, montagne isolée de 2036 mètres. Pour le mois de Janvier, la moyenne de 20 ans donne **).

t'	Klagenfurt	$-19._6$	minimum	$-30._6$
	Obir	$-16._2$	absolu	$-27._5$

De plus Klagenfurt a une plus grande amplitude di-

*) Mr. Hann, Zeitschr. f. Meteorologie, t. V, p. 160,196.

**) Jelinek, die täglichen Aenderungen der Temperatur, Wien 1867.

urne de la température pendant les mois de Février et de Mars que toutes les autres 26 stations de l'Autriche-Hongrie pour lesquelles Jelinek a calculé cet élément, *) et en Janvier et Avril l'amplitude diurne à Klagenfurt n'est inférieure qu'à celle de Panczova dans le Banat. Et cependant Jelinek donne les moyennes de plusieurs stations des steppes de la Hongrie, qui ont certainement un climat beaucoup plus sec et plus continental que Klagenfurt.

De même Arvavaralja, dans une vallée des Carpathes, dans le Nord de la Hongrie, ville entourée d'épaisses forêts, où l'humidité est grande et les pluies abondantes, a une amplitude diurne supérieure à celle de Bude pendant tous les mois de l'année (de 1.$_0$ à 3.5) et l'on sait cependant que le climat de Bude est plus sec de beaucoup. Mais Bude est située sur une colline escarpée au dessus du Danube. En même temps les minima de l'hiver sont très-bas à Arvavaralja, le minimum absolu est de—34.$_4$ et en Mars et Novembre même on à observé—26.$_0$, tandis qu'à Bude, pendant 10 ans, le thermomètre n'est pas tombé au dessous de—19$_6$.

Il resulte de ces exemples que d'après les minima de l'hiver on peut se former une idée de la position topographique du lieu d'observation relativement à un autre qui n'est pas trop éloigné (naturellement si les thermomètres sont exposés de même et si leur hauteur ne diffère pas trop) et l'on peut conclure que là où les minima de l'hiver sont plus bas qu' à des stations voisines, l'amplitude diurne doit être plus considérable.

Je tire quelques conclusions de ce qui précéde. Evidemment que, si l'air est plus froid pendant la nuit

*) Jelinek, die täglichen Aenderungen der Temperatur, Wien 1867.

dans les vallées que sur les coteaux environnants, la durée de ce froid relatif augmentera avec celle de la nuit, donc elle sera au maximum, dans l'hemisphère du Nord, en Décembre et au minimum en Juin. Au delà du cercle polaire, les jours où le soleil est absent, les vallées seront plus froides pendant toute la journée quand le ciel est clair et l'air calme. En tant qu'il y ait plusieurs jours pareils pendant un mois donné, la température moyenne de ce mois sera plus basse dans les vallées. Comme les latitudes voisines du cercle polaire, au moins jusqu'à 60° reçoivent une quantité très-minime de chaleur solaire pendant l'hiver, ce qui a été remarqué plus haut s'appliquera à elles aussi.

Nous savons qu'un temps clair et calme règne pendant tout l'hiver dans l'intérieur de la Sibérie Orientale. Ne peut-on pas conclure de là que la température moyenne des mois d'hiver doit être beaucoup plus basse dans les vallées que sur les hauteurs environnantes? Certes nous connaissons encore trop peu ce pays pour bien connaître la grandeur de la différence de température moyenne résultant de la position topographique. Mais je crois ne pas exagérer en l'évaluant à 5° au moins entre les positions extrêmes, c. à d. des vallées larges et ayant peu de pente d'une part et des montagnes isolées de l'autre.

Il faut espérer que l'expédition que l'on va ennvoyer aux bouches de la Lena pour faire des observations magnétiques et météorologiques s'occupera aussi de cette question. Il y a des montagnes tout près de l'embouchure du fleuve. Une série d'observations de quelques jours, sur une cime isolée serait d'une très-grande valeur, car elle pourrait être comparée à celles de la station principale située plus bas. Comme il sera nécessaire d'ériger

celle-ci à une certaine hauteur au dessus du fleuve pour éviter la crue, qui est très-haute, il serait utile de faire des observations sur la glace du fleuve, c. à d. l'endroit le plus bas des environs, où l'on doit s'attendre à trouver l'air le plus froid.

Dans les conditions de climat de la Sibérie Orientale, est-il permis, en ayant p. ex. deux stations à une certaine distance, toutes deux situées dans des vallées, et séparées par des montagnes, de tracer des isothermes des mois d'hiver sans prendre garde à la différence de température due à la position topographique? Il me paraît que cela serait une méthode routinière indigne de la position actuelle de la science. Ce cas hypothétique se présente réellement. Longtemps Jakutsk avait passé pour l'endroit du globe où l'hiver est le plus froid, mais il paraît qu' à Verkhojansk l'hiver est plus froid encore *). Cependant il paraît que l'un et l'autre endroit sont dans des positions topographiques assez favorables à la stagnation de l'air froid en hiver, mais cependant elles sont plus favorables pour Verkhojansk, situé dans une vallée qu' à Jakutsk, qui est situé en plaine. Je dois ces derniers renseignements à Mr. T. Müller. Jakutsk et Verkhojansk sont séparés par des montagnes. Or il est sûr que le long des cimes et des pentes, surtout les pentes escarpées de ces dernières l'air est beaucoup moins froid en hiver.

Même dans des latitudes plus basses de la Sibérie Orientale où l'hiver est beaucoup moins froid, les montagnes ont un hiver plus tempéré que les vallées, ainsi p. ex. le mont. Alibert à 300 kil à l'ouest d'Irkutsk **).

*) Маякъ Олекминскій Округъ, Иркутскъ 1877.
**) Извѣстія Географическаго Общества 1871.

Il y a plus: dans l'Europe Centrale, lat. 45°—50° ces «interversions de température» comme on les nomme ordinairement, sont assez fréquentes, surtout en Décembre. C'est quant un anticyclone étendu s'établit sur l'Europe Centrale que cela a lieu. Le temps clair et calme qui l'accompagne est favorable à une température basse au fond des vallées.

Alors l'Europe Centrale se trouve dans les conditions qui sont la règle dans la Sibérie Orientale, car dans cette dernière les conditions anticycloniques durent tout l'hiver. Ainsi ce que nous observons pendant les anticyclones en Europe peut-il être appliqué à l'Asie Orientale

Je vais donner quelques exemples. Ainsi p. ex. à Lyon et dans les environs, on a observé les températures suivantes (l'amplitude diurne est la différence des thermomètres à maxima et à minima):

	25—26 Novembre 1880.		19—30 Décembre 1879.	
	Temp. moyenne.	Amplitude diurne.	Temp. moyenne.	Amplitude diurne.
Parc de la Tête D'or à Lyon (170 métres).	8.0	14.8	— 7.1	11.8
Sommet du Mont Verdun près Lyon (625 mètres).	9.3	6.1	— 1.7	2.7

On voit donc que dans la vallée, par ces jours d'anticyclones très caracterisés, *la température moyenne a été plus basse et l'amplitude diurne beaucoup plus grande qu'au sommet du mont Verdun.*

Il est rare de pouvoir comparer des stations de vallée

et de colline dans d'aussi bonnes conditions *) aussi les différences seront-elles excessivement grandes et telles qu'on devait s'y attendre dans ces conditions.

	Genève **). β nébulosité. moyenne. t température moyenne. t' température minima du mois.			St. Bernard **). d différence moyenne. entre 6 h. u. 7 h. du matin et 2 h. du soir.		
	t	d	β	t	d	β
Décembre 1879	— 6.1	3.1	83	— 9.9	2.2	28.
16 au 28 Décembre 1879.	— 7.2	2.6	99 ****)	— 4.2	2.9	8.

16—28 Décembre 1879 ***)

	t	d	β
Klagenfurt	— 16.2	6.1	32.
Obir ***)	— 4.5	4.7	17.

Décembre 1879

	t	d	t'		
Höchenschwand (1013 mètre. ***).	— 5.2	2.2	—17.5	Stations montagnes et collines.	Grand Duché de Bade.
Schweigmatt (735 mètre. ***).	— 5.0	1.7	—15.2		
Villingen (717 mètr. ***).	— 12.4	7.5	—32.0	Stations de vallées.	
Bretten (189 mètr. ***).	— 9.3	6.0	—24.0		

*) Mr. André, directeur de l'observatoire de Lyon, a eu la bonté de me donner les renseignements suivants: „nos thermomètres sont sous un abri St. Claire Deville, à 2.2 mètres, du sol et dans d'excellentes conditions. La station du Parc est située au milieu d'une verte pelouse dependant du Parc communal, la station du mont Verdun est au sommet d'un mamelon complétement dégagé de tous côtés". La publication complète de ces observations offrira beaucoup d'intérêt.

**) Schweizerische meteor. Beobachtungen. 1879.

***) Zeitchr. f. Meteorologie, B XV p. 75—88.

****) Bronillard tous les 13 jours.

Pendant les anticyclones d'hiver, quand les couches d'air inférieures se refroidissent et se contractent, il y appel de l'air des régions supérieures, et avec les mouvements descendants qui s'établissent, les mêmes effets dynamiques ont lieu que l'on observe avec des vents descendants de montagne (Föhn) c. à d. une élévation de température et une diminution de l'humidité relative.

La distribution verticale des températures de l'air est ordinairement telle qu' elle est plus que suffisante pour un équilibre stable des couches d'air c. à d. que les couches supérieures sont plus chaudes qu' il ne faut pour le cas d'un équilibre indifférent. Cette dernière condition exige une différence d'à peu près 1° pour 100 mètres (autant qu'il est permis de négliger la différence de gravité). La différence moyenne de température est d'à peu près 0.$_4$ pour 100 mètres, pour les Alpes, en hiver. Donc si nous avons un courant d'air descendant de 1000 mètres, il s'échauffera de 10° pendant le trajet et arrivera au niveau inférieur de 6° plus chaud que l'air.

Or voici ce qui se passe pendant les anticyclones d'hiver: l'air froid des pentes se rassemble dans les vallées (surtout s'il y a de la neige sur le sol). Plus le temps clair et calme dure, plus l'air froid s'accumule, et il finit par provoquer un appel d'air d'en haut. Donc à une certaine hauteur au dessus des vallées, soit dans l'air libre, soit le long de pentes et de cimes de montagne, il y a un courant descendant, avec l'échauffement correspondant. Plus ce courant approche des vallées, plus il se ralentit, plus l'air se refroidit au contact des pentes. Donc pendant qu'un froid excessif règne dans les vallées, les cimes isolées, qui participent jusqu' à un certain point des conditions de climat de l'air libre, ont une température au dessus de la moyenne.

Les différences de température ne dépendent pas de la hauteur au dessus du niveau de l'océan, mais des conditions topographiques. Les plateaux, même très-élevés, et les vallées hautes et larges ne prennent pas part à la température élevée des montagnes isolées. Ainsi p. ex. voici la différence d'avec les températures moyennes de la période du 16—28 Décembre 1879 *). St. Bernard $+2.8$; Rigi $+4.4$; Bevers -4.4; Chaumont $+3.4$ Gäbris $+4.3$; Altstätten -13.3; Neuchâtel -10.4 Bevers est donc beaucoup plus froid que la moyenne, et le plus grand excès au dessus de celle-ci se montre au Gäbris et au Rigi, il est un peu moindre au St. Bernard. Entre les 16 et 24 Décembre, pendant qu'il faisait si froid dans les vallées, la température était au dessus de 0. même à 7 h. du matin pendant 8 jours au Gäbris et 5 jours au Rigi.

Il est donc clair que, plus le froid et la contraction de l'air sont intenses en bas, plus le mouvement de l'air doit s'accélérer, et ce mouvement descendant est une source de chaleur pour l'air près des montagnes isolées. Par un anticyclone d'hiver prolongé les vallées sont souvent remplies de brouillard, c'est un phénomène très fréquent en Suisse comme aussi dans le Nord de la Sibérie. Mais ces brouillards paraissent moins diminuer l'amplitude diurne de la température que des nuages plus épais. L'exemple des 16—28 Décembre à Genève en fait foi: malgré un brouillard constant, l'amplitude diurne était à peu près normale. Les pentes des montagnes exposées au soleil s'echauffent plus fortement que les vallées pendant le jour, et provoquent un certain mouvement ascendant de l'air, ne fut-il que local. En tout cas,

*) Mr. Billwiller dans la Zeitschr. f. Meteorologie, v. XV p. 88.

pendant le jour, la force du courant descendant de l'air doit diminuer et pendant la nuit il doit augmenter d'intensité. Donc la variation diurne du courant ascendant doit avoir pour effet de diminuer l'amplitude diurne de la température là où il se fait sentir, car, augmentant de force la nuit, il diminue le refroidissement qui aurait lieu sans lui pendant les anticyclones sur les montagnes, grâce à l'absence de nuages et à la sécheresse et à la transparence de l'air. Cette augmentation du mouvement descendant de l'air explique pourquoi on voit souvent sur les montagnes, pendant les anticyclones d'hiver, le thermomètre monter beaucoup avant le lever du soleil. Dans les cas où on ne fait pas d'observations pendant la nuit on voit aussi le thermomètre être plus haut à 7 h. du matin qu'à 9 h. du soir du jour précédent. Il me paraît que c'est la force plus grande du courant descendant qui est cause de ceci.

Revenant au tableau graphique donné plus haut, il me paraît que ces considérations expliquent pourquoi l'amplitude diurne sur les montagnes change si peu avec la nébulosité en hiver: c'est que les jours clairs arrivent le plus souvent avec des anticyclones et des mouvements descendants de l'air qui se produisent surtout pendant la nuit et empêchent le refroidissement qui se serait produit sans eux. On voit par le même tableau qu'en été la différence d'amplitude due à la nébulosité est beaucoup plus grande: c'est qu'à cette saison les anticyclones sont plus rares, l'air des régions basses est beaucoup plus chaud et de plus les jours clairs sans conditions anticycloniques sont assez fréquents en été. Les mouvements descendants de l'air sont donc moins

forts et moins fréquents *). De plus, comme la différence verticale des températures est beaucoup plus grande en été qu'en hiver, les courants descendants, même quand ils arrivent, ne peuvent pas causer un excès de température comparable à celui qui a lieu dans ces conditions en hiver.

Deux des stations de Russie où l'on a fait des observations horaires ont changé de localité pendant la période d'observation. On peut donc comparer les deux séries pour chacune d'elles pour voir la différence due à ces changements.

Voici quelques renseignements sur ce sujet. *Tiflis.* «De 1851 à 1861 l'observatoire se trouvait dans la partie *SE.* de la ville (Avlabar) à une hauteur de 460 mètres au dessus du niveau de la mer. Le terrain s'élève immédiatement depuis la Koura, abruptement d'abord, puis en pente plus douce. L'observatoire était au milieu d'un grand espace libre. (Depuis le 13 Avril 1860 au 1 Décembre 1861 on a observé près d'une maison située à 240 pieds de l'observatoire [illegible] mètres plus bas. Ces observations sont inclues dans [illegible] première série.) Depuis 1862 l'observatiore se trouve dans la partie N. de la ville, à $3^1/_2$ kilom. du centre. Il se trouve au bord immédiat de la Koura, à 409 mètres au dessus du niveau de la mer. Le thermomètre se trouve à $1.^5$ mètres au dessus du sol» **).

Usine de Nertchinsk. Avant 1846 l'observatoire se trouvait sur une colline, hors du village. Depuis il fut

---

*) Ils existent cependant aussi en été comme le prouve Mr. Billwiller, Zeitschr. f. Meteorologie, V. XVI p. 89.

**) Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reiches v. I.

transporté dans le village même. Une comparaison des valeurs annuelles barométriques a montré que le nouvel emplacement est à 36 mètres au dessous de l'ancien. Ayant adopté pour la hauteur du nouvel emplacement le chiffre de 660 mètres donné par Mr. Stelling, j' ai ajouté les 36 mètres pour trouver la hauteur de l'ancien emplacement. Mr Fritzsche, qui l'a visité en 1873, s'exprime ainsi: «le village de l'usine de Nertschinsk se trouve dans une vallée profonde, qui est formée par trois depressions longitudinales, se réunissant au centre. Entre elles il y a des collines. L'observatoire se trouve à 15 mètres environ au dessus de la partie principale du village. La partie la plus élevée de la chaine qui se trouve à l'Est est un peu au dessus de son horizon et les points les plus élevés des collines au N. et au S. sont élevés de 90 mètres au dessus de l'observatoire».

Voici les valeurs de l'amplitude diurne, d'après Mr. Wild *).

Hauteur mètres.		Membre d'année.	Temps.	Année.	Hiver.	Printemps.	Été.	Automne.
460	Tiflis.	10	1851—61.	7.9	5.9	7.4	9.9	7.9
409		10	1862—71.	8.6	6.9	7.9	10.2	8.6
696	Usine de Nertchinsk.	4	Juillet 1841—Juin 1845.	8.25	6.2	8.9	9.9	8.25
660		14	Juin 1847—Mai 1849, et 1851—61.	9.2	6.95	10.3	11.15	9.5

On voit donc qu'à Tiflis l'amplitude est plus grande à la station inférieure dans toutes les saisons. C'est ce que l'on pouvait attendre de cette différence de localité. Si elle n'est pas plus grande encore c'est que: 1) le ter-

*) l. c.

rain de la station supérieure est au bord de la Koura, et le voisinage d'une aussi grande masse d'eau doit certainement diminuer la température au milieu du jour et augmenter celle de la nuit et ainsi diminuer l'amplitude diurne. 2) La vallée de la Koura près de Tiflis est, en partie du moins, bordée de hauteurs abruptes, tandis que des pentes plus douces sont plus favorables à une grande amplitude diurne au fond des vallées.

La position des deux stations et celle de la vallée en général sont donc telles, que l'augmentation d'amplitude au fond de la vallée doit être peu considérable, et c'est ce que nous voyons en effet.

Les conditions de l'usine de *Nertchinsk* et de ses environs sont différentes. Là, pas de fleuve qui par la masse de ses eaux, diminue l'amplitude diurne, et au contraire les conditions de climat sont extrêmement favorables à une grande différence d'amplitude dans les vallées et sur les collines. J'ai montré pour les stations suisses, que c'est quand le ciel est clair et le vent faible, surtout pendant la nuit, que cette différence était surtout grande. A l'usine de Nertchinsk la nébulosité moyenne de l'année est de 34 seulement, et aucun mois n'atteint au delà de 48 *). De plus, les vents sont faibles. Aussi n'est-il pas étonnant qu'à la station inférieure, qui n'est que de 36 mètres au dessous de la station supérieure et encore à plus de 15 mètres au dessus du fond de la vallée, l'amplitude diurne soit de 1.$_2$ plus grande et qu' aucun mois ne fasse exception à cette règle. Il n' y a pas à douter que, si on avait fait des

*) En cela les anciennes observations (26 ans) dont Mr. Wild a fait usage dans son travail „Über die Bewölkung in Russland" cadrent remarquablement bien avec celles de la période 1870—75.

observations au fond de la vallée on n'eût trouvé encore une différeuce aussi grande avec la station actuelle.

Il est remarquable que non seulement l'amplitude est plus grande à la seconde station, mais que le maximum diurne y arrive plus tard, c. à d. à 2 h. 25 m. du soir en moyenne pour l'année, au lieu de 1 h. 30 m. comme à la première station située sur une colline. Un maximum diurne plus hâtif est caractéristique des stations voisines de la mer et de celles des montagnes. Ici donc il suffit de la position sur une colline non seulement pour diminuer l'amplitude, mais encore pour hâter l'époque du maximum diurne. La grandeur de la différence me parut suspecte au commencement et je croyais qu'elle pouvait être causée par une erreur des pendules, mais les époques des minima et des moyennes diurnes ne diffèrent pas sensiblement. Le fait paraît donc être bien établi. J'appelle l'attention sur ce fait pour expliquer pourquoi, pour trouver le facteur servant à calculer l'amplitude diurne des stations de la Suisse, j'ai fait usage des observations de Berne pour toutes les stations des vallées, même les plus hautes. Il me paraît probable que l'époque du maximum diurne dépend aussi de la position topographique, et que ce n'est pas la hauteur par elle-même, mais la position isolée qui est cause de l'heure plus hâtive du maximum sur les montagnes.

On pourrait peut-être remarquer que les observations à la première station ayant duré en tout 4 ans, la période serait trop courte. Mais les différences que j'ai notées se montrent dans tous les mois et de plus le climat de la Sibérie Orientale est moins clangeant que celui de la Russie d'Europe et de la Sibérie Occidentale sous les mêmes latitudes.

Mais surtout je dois remarquer, que *vu la position des deux stations, vu les calmes et la clarté du ciel, la station inférieure devait avoir une amplitude diurne plus considérable.* Celui que serait d'opinion que la différence constatée provient d'autres causes devrait prouver sa thèse. De plus, pendant les mois les plus froids de l'année, il faut s'attendre à ce qu'il fasse plus froid dans les vallées que sur les collines, et au contraire plus chaud en été. Or voici ce que donnent les observations.

	Usine de Nertchinsk, températures moyennes. Station ancienne. (colline) 4 ans.	Station nouvelle. (vallée) 14 ans.	Différence.
5 Mois Novembre à Mars	— 20.$_9$	— 21.$_6$	— 1.$_0$
3 Mois Juin à Août	15.$_8$	16.$_4$	+ 0.$_6$

C'est donc une confirmation nouvelle de ce que j'ai avancé.

Il faut remarquer cependant, qu' à cette latitude et avec l'air sec du lieu et l'absence de brouillards en hiver, la position dans une vallée sera loin d'avoir une aussi grande influence sur les températures moyennes des mois d'hiver par un temps clair et calme que dans des latitudes plus élevées ou bien dans des climats plus humides, comme les vallées basses de la Suisse p. ex. car à l'usine de Nertchinsk l'amplitude diurne est grande dans les vallées et le froid de la nuit est jusqu'à un certain point compensé par la température plus élevée au milieu du jour.

Dans la vallée de l'Engadine, en Suisse, on remarque des différences de la même espèce entre Bevers, situé dans l'axe même de la vallée, et Sils, qui est un peu au dessus. La première station est plus froide que la seconde de 1.$_0$ en Décembre et de 1.$_5$ en Janvier, et plus chaude au contraire en Mai de 1.$_2$, en Juin de 1.$_1$.

En somme, il est clair d'après tout ce qui a été remarqué plus haut, que les conditions topographiques ont une grande influence sur l'amplitude diurne de la température et qu'il reste encore beaucoup à faire pour bien connaître tout ce qui a rapport à ce sujet. Aucune des observations dont j'ai pu faire usage n'était faite spécialement en vue de cette étude, et ainsi n'a-t-on pas chosi les endroits les mieux appropriés pour elle.

Il est à désirer que l'on fasse plus attention à l'amplitude diurne même aux stations de deuxième et troisième ordre. Tant qu'on croyait pouvoir négliger l'influence des conditions topographiques sur cet élément, on pouvait bien se contenter des observations horaires ou thermographiques des stations de premier ordre. Mais l'influence des conditions topographiques une fois prouvée, les conditions du problème changent.

Dans plusieurs contrées de l'Europe (je citerai la Russie, l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse) les observations aux stations de seconde classe se font à 7 h. du matin, à 1 ou 2 et à 9 h. du soir. Dans les mois d' Avril à Septembre, la première observation tombe bien après le lever du soleil, de manière que les heures employées ne donnent ni une bonne approximation à l'amplitude diurne, ni les minima. Avec des observateurs volontaires il serait impossible d'avoir toute l'année des observations vers le lever du soleil. Aussi l'introduction de thermomètres à minima serait-elle très désirable partout. De plus, pour neutraliser autant que possible l'influence des variations non périodiques de la température, on pourrait observer ce thermomètre le matin et le soir. L'observation du matin donnerait donc le minimum de la nuit, et serait très peu différent, dans les mois d'été, de celui qui l'on déduit d'après des observations horaires

par l'emploi de la formule Lambert-Bessel ou par l'interpolation graphique.

Les thermomètres à maxima étant plus aptes à se déranger, leur emploi serait moins à conseiller, d'autant plus que la température à 1 ou 2 h. du soir, dans les mois d'été, diffère assez peu du maximum diurne, beaucoup moins que la température à 7 h. du matin ne diffère du minimum.

Il serait beaucoup à désirer aussi que l'on fasse des observations thermométriques aux stations qui n'observent maintemant que les pluies et les orages, car on obtiendrait de cette manière une plus grande variété de situations. Il suffirait pour ces stations d'un thermomètre ordinaire et d'un thermomètre minima, et on pourrait bien ne pas avoir de psychromètre, dont l'observation exige plus de soins et de temps, mais il faudrait que l'abri et l'exposition des thermomètres fussent les mêmes qu' aux stations de second ordre.

Les observations de ces stations seraient certainement utiles, mais elles ne suffiraient pas. Pour une étude raisonnée de l'influence des conditions topographiques sur l'amplitude et la période diurne de la température, il faudrait plusieurs séries d'observations horaires (ou thermographiques) d'une année entière chacune à des stations aussi rapprochées que possible, mais différant par leur position, p. ex. l'une au fond d'une large vallée, l'autre sur le sommet d'une montagne ou colline aussi isolée et aussi escarpée que possible.

La nébulosité, les vents violents et une grande humidité étant des conditions qui neutralisent ce que l'on pourrait appeler les conditions normales de la période diurne, il serait à désirer que les observations fussent faites dans des pays où ces éléments perturbateurs eussent le

moins d'influence. La plus grande partie de l'Europe n'est pas bien située à cet égard. On pourrait cependant trouver de bonnes conditions dans certaines parties de l'Italie, de l'Espagne et du midi de la France, et même dans certaines parties abritées et plus sèches des Alpes de la Suisse et de l'Autriche.

Hors de l'Europe, même en mettant de côté les pays déserts, peu accessibles aux Européens, ou malsains, le choix est grand. En Asie: le plateau de l'Arménie, la Transbaikalie avec son ciel presque toujours clair et les calmes qui y régne pendant les mois les plus froids de l'année, le Nord de l'Inde, les hauts plateaux et les vallées entre l'Himalaya et le Karakoum, en Afrique certaines parties de l'Algérie et de la colonie du Cap, en Amérique les hauts plateaux des Etats-Unis, du Mexique, du Perou, de la Bolivie et du Chili (Atacama etc).

Des observations de ce genre demanderaient certainement des hommes instruits et devoués à la science, ainsi que des frais considérables. Mais nous avons vu recemment des travaux bien autrement difficiles et coûteux accomplis soit par l'initiative individuelle, soit avec l'aide des gouvernements. Il existe maintenant deux observatoires complets au sommet de hautes montagnes isolées en France (Pic du Midi et Puy de Dôme) et il est question d'en établir en Suisse et en Italie. L'établissement de ces observatoires est bien autrement coûteux et la vie y est bien autremeut dure que ce ne serait le cas pour ceux que je propose. Aux Etats-Unis il y a des stations au sommet du Pikés Peak et du Mont Washington, où l'on ne fait pas d'observations thermographiques, mais dont l'établissement a été très difficile et très coûteux, et où les privations et les labeurs des observateurs sont très grands.

En attendant des observations aussi complètes, je vais tâcher de résumer ce que nous savons en cette matière.

Au fond de larges vallées l'amplitude diurne est plus grande que sur des collines grâce à l'intensité plus grande de la chaleur diurne et de la radiation nocturne.

Quant à la première elle est dûe 1) à ce qu' une grande surface de terre ferme se trouve en contact avec l'air des vallées et lui communique la température élevée due à la radiation solaire 2) Quand il y a du vent, il apporte l'air des côteaux, et cet air s'échauffe de près de 1° pour 100 mètres de descente. 3) Au sommet des collines au contraire la masse de terre ferme en contact avec l'air est faible, ce dernier s'échauffe donc peu. 4) Dès que le vent s'élève, il apporte un air encore plus éloigné de la terre ferme et partout plus froid pendant le jour.

Pendant la nuit, au contraire, surtout par un temps clair et calme 1) l'air le plus froid et le plus dense, refroidi au contact de la terre ferme, descend au fond des vallées. 2) L'air des vallées, se trouvant en contact avec une grande étendue de terre ferme, se refroidit plus vite. 3) Même quand il y a du vent à une certaine hauteur, l'air est souvent calme dans les vallées, et en général les vents sont plus faibles dans ces dernières—et on sait combien le calme est favorable à une radiation nocturne intense. 4) Au contraire, l'air des collines se trouve en contact avec une étendue moindre de terre ferme, et perd moins vite son calorique. 5) A mésure que l'air des collines se refroidit, il descend dans les vallées et est remplacé par un air plus éloigné de la terre ferme et partout plus chaud pendant la nuit. 6) Les vents étant plus fréquents et plus forts au sommet des collines, ils

apportent un air encore plus éloigné de la terre ferme et encore moins froid.

Les vallées étroites, à parois hautes, paraissent présenter des conditions moins favorables à une grande amplitude diurne que les vallées larges, et cela parce que 1) La quantité de chaleur solaire qui atteint ces vallées est relativement faible (on sait que certaines vallées de la Suisse ne voient pas le soleil pendant un ou deux mois de l'hiver) 2) La radiation nocturne est aussi affaiblie, car une grande partie de l'horizon est fermé par les parois de la vallée. 3) L'air refroidi au contact des pentes s'échauffe beaucoup en descendant dans la vallée.

Il paraitrait que les conditions les plus favorables à une grande amplitude diurne se trouvent dans les anciens bassins lacustres se retrécissant en aval. Ici l'on trouve d'excellentes conditions pour la radiation solaire et la radiation nocturne, et de plus l'air froid ne peut s'écouler que lentement en aval.

L'étude de l'influence des conditions topographiques sur l'amplitude diurne présente de l'intérêt non-seulement par elle-même, mais aussi pour éliminer les influences qui troublent les conditions normales.

Quant à ces dernières, il me paraît qu'on ne les trouve qu'au dessus de plaines parfaitement horizontales où la nuit, il n'y a pas de mouvement d'air refroidi le long des pentes. Mais ces conditions normales étant très-difficiles à trouver, il serait important de connaître, au moins approximativement, les perturbations dues à des positions différentes. Tant que nous ne les connaissons pas, des études très-détaillées sur la période diurne nee nous donnent pas la possibilité de séparer ce qui est dû aux conditions générales du climat des phénomènes causés par la situation topographique locale.

La même observation s'appliquerait aux resultats des observations horaires faites au sommet de montagnes, même les meilleures, comme celles du Pic du Midi et du Puy de Dôme, et de plus dans ce cas il y aurait l'inconvénient signalé avant de prendre pour une influence de la hauteur par elle-même les phénomènes causés par les conditions topographiques, comme la position sur une cime de montagne. Des erreurs de cette espèce seront évitées, si l'on fait attention à l'influence de la position topographique.

Les résultats principaux de cette étude sont donc:

1) Que l'influence de la position topographique sur la grandeur de l'amplitude diurne, que l'on avait négligée jusqu'à présent, est considérable, et se manifeste par une augmentation d'amplitude dans les vallées larges et une diminution sur les montagnes et les collines en égard à l'amplitude normale, c. à d. à celle que l'on observe en plaine.

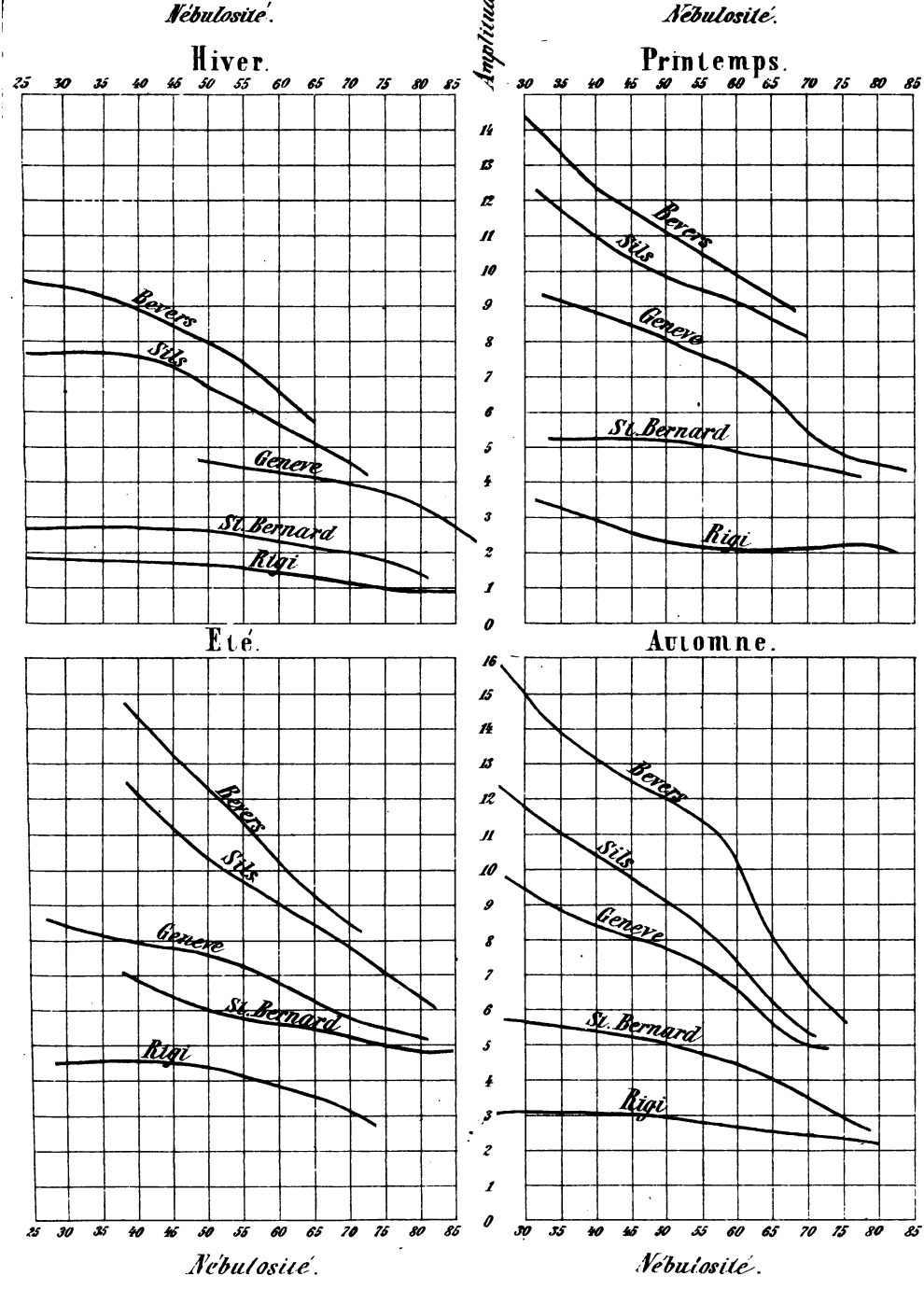
2) Que des observations comparatives nouvelles et faites dans de bonnes conditions sont nécessaires pour nous procurer une connaissance plus étendue et plus détaillée de ces phénomènes. *)

*) Cet article était déjà imprimé quand a paru une étude sur le climat de Prägraten dans le Tyrol (Zeitschr. f. Meteorologie, 1881, p. 295). Dans cette vallée haute de plus de 1300 mètr. l'amplitude diurne est très-grande, ce qui confirme encore une fois mon opinion sur l'influence de la position topographique et de la hauteur.

Издание Императорскаго Московск. Общества Испытателей Природы.

Москва. 1881. Въ Университетской типографіи (М. Катковъ), на Страстномъ бульварѣ.

AMPLITUDE DIURNE ET NÉBULOSITÉ.



UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 06447 8921